(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2020 114 102 A1** 2020.12.31

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 114 102.5**
(22) Anmeldetag: **26.05.2020**
(43) Offenlegungstag: **31.12.2020**

(51) Int Cl.: ***H04B 1/38*** (2015.01)
H04B 1/40 (2015.01)
H04B 1/44 (2006.01)
H03G 3/30 (2006.01)
G06F 13/42 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
16/457,061 **28.06.2019** **US**

(71) Anmelder:
Intel Corporation, Santa Clara, Calif., US

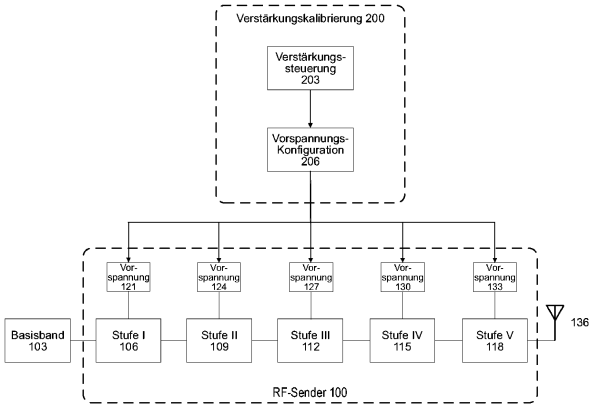
(74) Vertreter:
2SPL Patentanwälte PartG mbB Schuler Schacht Platzer Lehmann, 81373 München, DE

(72) Erfinder:
Zur, Sarit, Petah-Tikva, IL

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **TECHNOLOGIEN FÜR DIE ONLINE-VERSTÄRKUNGS-ANORDNUNG IN MILLIMETERWELLEN-SENDEEMPFÄNGERN**

(57) Zusammenfassung: Systeme, Vorrichtungen, Verfahren und computerlesbare Medien sind für die Radiofrequenz- (RF) Verstärkungskalibrierung und/oder Charakterisierung von einem oder mehreren RF-Sendern und/oder -Empfängern bereitgestellt, um RF-Verstärkungsschwankungen zu kalibrieren, die durch verschiedene Faktoren verursacht werden, wie beispielsweise Temperaturänderungen, Änderungen der Betriebsfrequenz, Verarbeitungs- und Herstellungsschwankungen und/oder Regelabweichungen von Spannungsversorgungen und Steuerungen. Die RF-Verstärkungs-Kalibrierung und/oder Charakterisierung werden im Hinblick auf aktive RF-Komponenten ausgeführt. Andere Ausführungsbeispiele können beschrieben und/oder beansprucht sein.



Beschreibung

GEBIET

[0001] Verschiedene Ausführungsbeispiele beziehen sich im Allgemeinen auf die Gebiete Kommunikation und Radiofrequenz- (RF; radio frequency) Detektionssysteme und beziehen sich insbesondere auf die Sendeempfänger-Verstärkungs-Anordnung in Mikrowellen- und Millimeterwellen-(mmW; Millimeter Wave) Sendern und Empfängern.

HINTERGRUND

[0002] Die hierin bereitgestellte Hintergrundbeschreibung dient dem Zweck, den Kontext der Offenbarung allgemein zu präsentieren. Außer anderweitig hierin angegeben, sind die Materialien, die in diesem Abschnitt beschrieben sind, nicht Stand der Technik im Hinblick auf die Ansprüche in dieser Anmeldung und sollen nicht durch Aufnahme in diesen Abschnitt als Stand der Technik zugelassen werden.

[0003] RF- und mmW-Sendeempfänger werden in verschiedenen drahtlosen und drahtgebundenen Kommunikationsvorrichtungen, Teilsystemen und Systemen breit eingesetzt. Ein Sendeempfänger kann einen oder mehrere Sender und Empfänger umfassen. Aus einer Systemebenen-Teilsystemebenen-Sicht kann ein RF- oder mmW-Sender elektronisch mit einem Basisband-Sender verbunden oder gekoppelt sein, um Basisband-Signale in RF-Signale aufwärtszuwandeln und die RF-Signale drahtlos über eine oder mehrere Antennen zu übertragen. Ein RF- oder mmW-Empfänger kann RF-Signale empfangen und die RF-Signale in Basisband-Signale abwärtswandeln, sodass ein Basisband-Empfänger die Basisband-Signale weiter verarbeiten kann.

[0004] RF-Sender und -Empfänger, auch bekannt als RF-Ketten, sollen sich über bestimmte Bandbreiten, unter einer bestimmten Vorspannungs-Steuerung und/oder innerhalb eines angemessenen Temperaturbereichs, homogen verhalten. Verhalten von RF-Komponenten der Sender und/oder Empfänger sind jedoch aufgrund mehrerer Faktoren empfindlich, wie beispielsweise Verarbeitungsschwankungen, Versorgungs-/Vorspannungen, Temperatur und Betriebsfrequenzen, die sogenannte „PVTF“-Faktoren sind. RF-Komponenten gleicher Spezifikationen können sich aufgrund der PVTF-Faktoren unterschiedlich verhalten. Unter der gleichen Vorspannung können die „gleichen“ RF-Komponenten variierte Performance aufweisen. Ferner sind RF-Komponenten frequenzspezifisch und ihre Performance ist frequenzabhängig. Nicht zuletzt verhalten sich RF-Komponenten bei Temperaturänderungen unterschiedlich. Somit sind RF-Komponentenebenen- und Kettenebenen-Kalibrierungen entscheidend für die Lieferung der gewünschten RF-Ketten-Performance, z. B. die gewünschte RF-Verstärkung der Kette. Es ist jedoch möglicherweise nicht praktisch, jede RF-Komponente einer RF-Kette zu kalibrieren, um gewünschte einzelne Verstärkungen von jeder RF-Komponente aufzuweisen, da aufgrund des hochintegrierten RF-Schaltungs- oder Komponenten-Entwurfs nicht alle RF-Komponenten einzeln für die Kalibrierung zugänglich sind. Ferner ist es sogar möglicherweise nicht möglich, alle Zugangspunkte für die Messung einzelner RF-Komponenten entlang der RF-Kette zu entwerfen, ohne die RF-Ketten-Performance zu beeinflussen. Somit ist ein ganzheitlicher Ansatz beim Kalibrieren der ganzen RF-Kette vorteilhafter.

[0005] Die Performance einer RF-Komponente weicht üblicherweise von der Performance derselben unter einer typischen Temperatur ab, die üblicherweise eine Raumtemperatur ist, wenn die Komponente unter einer höheren oder niedrigeren Temperatur als der typischen Temperatur arbeitet. Somit können sich RF-Komponenten unter verschiedenen Umgebungen im Feld, wie beispielsweise Temperaturschwankungen, unterschiedlich verhalten. Es ist vorteilhaft, eine RF-Kette vor oder während ihres Einsatzes im Feld zu kalibrieren.

[0006] Im Allgemeinen umfasst eine RF-Kette mehr als eine aktive Komponente, und eine RF-Kette, die bei einer mmW-Frequenz arbeitet, kann aufgrund mehrstufiger Frequenzumwandlung mehr aktive Komponenten umfassen. Wenn jede RF-Komponente ihre Performance-Schwankung aufgrund von PVTF-Faktoren aufweist, können mehrere Stufen von RF-aktiven Komponenten eine größere Verstärkungsschwankung der gesamten RF-Kette einbringen. Die „Stufe“ wird auch als RF-Block der RF-Komponente(n) bezeichnet.

[0007] Es ist bekannt, dass unter den PVTF-Schwankungen der Temperatureinfluss ein dominanter Faktor in einer RF-Ketten-Performance sein kann. Somit müssen der Temperatureinfluss und die verursachten Schwankungen verfolgt und kompensiert werden. Verschiedene Ausführungsbeispiele hierin minimieren die durch Temperaturschwankungen verursachten Verstärkungsschwankungen, sowie Frequenz-, Spannungs- und/oder Prozessschwankungen, in einem RF-Sender oder -Empfänger, um die gewünschte RF-Verstärkung der Kette bereitzustellen und die entsprechende Rauschzahl, Linearität und/oder andere Systemparameter zu verbessern.

Figurenliste

[0008] Ausführungsbeispiele sind aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen ohne weiteres offensichtlich. Um diese Beschreibung zu vereinfachen, bezeichnen gleiche Bezugszeichen ähnliche strukturelle Elemente. Ausführungsbeispiele sind in den Figuren der beiliegenden Zeichnungen beispielhaft und nicht einschränkend dargestellt.

Fig. 1A und **Fig. 1B** stellen jeweils einen beispielhaften RF-Sender und RF-Empfänger dar, in denen verschiedene Ausführungsbeispiele ausgeführt werden können.

Fig. 2 stellt schematisch eine beispielhafte RF-Verstärkungs-Kalibrierungs-Schaltungsanordnung im Hinblick auf die Verstärkungskalibrierung gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen dar.

Fig. 3 stellt eine beispielhafte RF-Ketten-Charakterisierung gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen dar.

Fig. 4 stellt einen/eine Operationsablauf/algorithmische Struktur zur Erleichterung eines Prozesses der RF-Verstärkungskalibrierung mit einigen Ausführungsbeispielen dar.

Fig. 5 stellt einen/eine Operationsablauf/algorithmische Struktur zur Erleichterung des Prozesses der RF-Ketten-Charakterisierung gemäß einigen Ausführungsbeispielen dar.

Fig. 6 stellt schematisch ein beispielhaftes Blockdiagramm einer Architektur eines drahtlosen Sendeempfängers gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen dar.

Fig. 7 stellt ein Beispiel einer Infrastrukturausrüstung gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen dar.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0009] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf die Verstärkungskalibrierung von RF-Ketten. Eine RF-Kette kann bei mmW-Frequenz und/oder Mikrowellenfrequenz arbeiten. RF-Frequenz bezieht sich auf die Schwingungsrate elektromagnetischer Funkwellen im Bereich von 3 kHz bis 300 GHz sowie auf die Wechselströme, die die Funksignale tragen. Dies ist das Frequenzband, das für Kommunikationsübertragung und Rundfunk, Radaranwendung, Doppler-Detektion und/oder andere RF-Implementierungen verwendet wird. Im Allgemeinen umfasst ein RF-Frequenzbereich Mikrowellenfrequenzen und mmW-Frequenzen. Die mmW-Frequenz kann als ein Bereich von 30 GHz bis 300 GHz bezeichnet werden. In einem anderen Bereich kann jedoch ein Frequenzbereich über 6 Ghz auch als mmW bezeichnet werden, wie beispielsweise Frequenzbereich 2 (FR2; Frequency Range 2), der in den 5. Generation- (5G) bezogenen Spezifikationen definiert ist.

[0010] **Fig. 1A** stellt schematisch einen RF-Sender **100** gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen dar. Der RF-Sender **100** ist elektronisch mit einer Basisband-Schaltungsanordnung **103** verbunden oder gekoppelt. Der RF-Sender **100** kann verschiedene Stufen von Komponenten umfassen, um ein oder mehrere Basisbandsignale von einem Digital-zu-Analog-Wandler (DAC; Digital-to-Analog Converter) (nicht gezeigt) in RF-Signale für die RF-Signalübertragung aufwärtszuwandeln. In bestimmten Definitionen kann der DAC als Teil der RF-Kette definiert werden. Bei dem Beispiel aus **Fig. 1A** umfasst der RF-Sender **100** fünf Stufen, die Stufen I/II/III/IV/V, **106/109/112/115/118**. Jede Stufe ist, oder umfasst, zumindest eine oder mehrere aktive RF-Komponenten oder Vorrichtungen zur Ausführung einer Funktion, z. B. Aufwärtswandeln des Signals, Verstärken des Signals usw. Im Vergleich zu passiven Komponenten teilt eine aktive Komponente, die in RF-Schaltungen verwendet wird, viele Charakteristika mit aktiven Komponenten, die typischerweise in analogen Systemen mit niedrigerer Frequenz zu finden sind, die sich auf eine Energiequelle verlassen (üblicherweise aus der DC-Schaltung) und üblicherweise Leistung in eine Schaltung injizieren können. Aktive RF-Komponenten umfassen Leistungsverstärker (PAs; Power Amplifiers), rauscharme Verstärker (LNAs; Low Noise Amplifiers), Mischer und Phasenregelschleifen (PLLs; Phase-Locked Loops), sind aber nicht darauf beschränkt. Aktive Komponenten umfassen Verstärkungskomponenten wie beispielsweise Transistoren, Trioden-Vakuumröhren (Ventile) und Tunneldioden, sind aber nicht darauf beschränkt. Im Gegensatz dazu bringen passive Komponenten möglicherweise keine Netto-Energie in die Schaltung ein. Folglich verstärken sie möglicherweise nicht (erhöhen die Leistung eines Signals), obwohl sie möglicherweise eine Spannung oder einen Strom erhöhen (wie es durch einen Transformator oder einen Schwingkreis getan wird). Passive Komponenten umfassen Komponenten mit zwei Anschlüssen, wie beispielsweise Widerstände, Kondensatoren, Induktivitäten und Transformatoren, und Komponenten mit drei Anschlüssen, wie beispielsweise Leistungsteiler und -kombinierer, und andere Komponenten mit mehreren Anschlüssen, sind aber nicht darauf beschränkt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Begriffe „RF-Komponenten“ und „RF-Vorrichtungen“ in der gesamten Offenbarung austauschbar verwendet werden, um RF-aktive Komponenten oder Vorrichtungen zu repräsentieren, sofern nicht anderweitig klargestellt. Passive RF-Komponenten werden in dieser Offenbarung nicht erörtert.

[0011] Jede Stufe der Stufen I/II/III/IV/V **106/109/112/115/118** weist ihre jeweiligen Vorspannungen **121/124/127/130/133** zur Steuerung bestimmter Performance-Aspekte der aktiven RF-Komponenten auf. Die jeweiligen Steuervorspannungen **121/124/127/130/133** sind ausgebildet, die jeweiligen aktiven RF-Komponenten durch Änderung der entsprechenden Vorspannung der jeweiligen aktiven RF-Komponenten zu steuern. Eine Steuervorspannung kann ein oder mehrere Bits einer digitalen Steuerung sein, um die zugeordnete Vorspannung einzustellen oder zu steuern. Die Steuervorspannung kann bei einigen Ausführungsbeispielen auch eine analoge Steuerung sein. Zum Beispiel, wenn die Stufe V **118** ein Leistungsverstärker (PA) ist, kann die Vorspannungssteuerung desselben eine digitale 5-Bit-Steuerung sein, um 32 Einstellungen für den PA bereitzustellen. Die 32 Einstellungen können der Verstärkungseinstellung des PA entsprechen. Wenn der PA z. B. einen Verstärkungsbereich von 10dB bis 42 dB aufweist, dann kann die Verstärkung durch 1-dB-Schritte gesteuert werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Verstärkung nicht-linear gesteuert werden. Zum Beispiel kann die Verstärkung durch feinere Schritte in bestimmten Teilbereichen und durch gröbere Schritte in anderen Teilbereichen gesteuert werden.

[0012] Eine Stufe der Stufen I/II/III/IV/V **106/109/112/115/118** kann ein Mischer zum Aufwärtswandeln eines Signals, ein Verstärker zum Verstärken eines Signals oder eine andere aktive RF-Komponente sein. Es wird darauf hingewiesen, dass es gewöhnlicher ist, in einem RF-Sender PAs zu haben als LNAs.

[0013] Bei einigen Ausführungsbeispielen ist die letzte aktive Stufe des RF-Senders vor einer Antenne **136**, die Stufe V **118** des in **Fig. 1A** dargestellten Beispiels, üblicherweise ein PA, um das RF-Signal auf einen bestimmten Leistungspegel zu verstärken, damit es ausreichend übertragen und ausgebreitet werden kann. Die Antenne **136** kann eine oder mehrere Antennen oder eine Gruppenantenne sein.

[0014] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann der RF-Sender **100** das Basisbandsignal direkt in das RF-Signal mit einer Stufe der Aufwärtswandlung aufwärtswandeln, in der das Basisbandsignal durch einstufiges Mischen direkt in ein RF-Signal aufwärtsgewandelt wird. Bei einigen anderen Ausführungsbeispielen kann der RF-Sender **100** das Basisbandsignal in das RF-Signal mit mehreren Stufen der Aufwärtswandlung aufwärtswandeln. Beispielsweise kann der RF-Sender zwei Stufen der Aufwärtswandlung umfassen, bei denen der RF-Sender ausgebildet ist, das Basisbandsignal in ein Zwischenfrequenz- (IF; Intermediate Frequency) Signal aufwärtszuwandeln, dann das IF-Signal in das RF-Signal aufwärtszuwandeln. Dies wird in mmW-Frequenz-Anwendungen breit verwendet. In einer zweistufigen beispielhaften Aufwärtswandlungs-RF-Kette ist die Stufe I 106 ein Mischer zum Aufwärtswandeln des Basisbandsignals in ein IF-Signal. Die Stufe II **109** ist ein Verstärker zur Kompensation irgendeines durch den Stufe-I-Mischer verursachten Einfügungsverlustes (IL; insertion loss) und/oder zur Verstärkung des IF-Signals auf einen angemessenen Leistungspegel für die Aufwärtswandlung der nächsten Stufe. Die Stufe III **112** ist ein zweiter Mischer zum Aufwärtswandeln des IF-Signals in das RF-Signal. Die Stufe IV **115** und die Stufe V **118** sind zwei Verstärker zur Verstärkung des RF-Signals auf einen für die Übertragung durch die Antenne **136** angemessenen Leistungspegel. Das eine oder die mehreren Basisbandsignale, IF-Signale und RF-Signale können ein oder mehrere Einzelton-, Mehrton- oder modulierte Signale sein.

[0015] Bei verschiedenen Ausführungsbeispielen wird der RF-Sender **100** mit der Verstärkungssteuerungs-Technologie der vorliegenden Offenbarung bereitgestellt/ergänzt, die in **Fig. 1A** schematisch als ein Verstärkungssteuerungs-Modul **139** gezeigt ist und nachfolgend Bezug nehmend auf die übrigen Figuren näher beschrieben werden soll.

[0016] **Fig. 1B** stellt schematisch einen RF-Empfänger **150** gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen dar. Der RF-Empfänger **150** ist elektronisch mit einer Basisband-Schaltungsanordnung **153** verbunden oder gekoppelt. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist der RF-Empfänger **150** elektronisch mit einer Analog-zu-Digital- (ADC; Analog-to-Digital circuitry) Schaltungsanordnung der Basisband-Schaltungsanordnung gekoppelt. Bei anderen Ausführungsbeispielen kann die ADC ebenfalls als Teil der RF-Kette betrachtet werden. Der RF-Empfänger **150** kann mehrere Stufen von Komponenten umfassen, um ein oder mehrere RF-Signale bei Empfang des RF-Signals über eine Antenne **156** in Basisbandsignale abwärtszuwandeln. Bei dem Beispiel aus **Fig. 1B** umfasst der RF-Empfänger **100** fünf Stufen, die Stufen I/II/III/IV/V, **159/162/165/168/171**. Jede Stufe ist oder umfasst zumindest eine oder mehrere aktive RF-Komponenten oder Vorrichtungen zum Ausführen einer Funktion, z. B. Abwärtswandeln des Signals, Verstärken des Signals usw.

[0017] Jede Stufe der Stufen I/II/III/IV/V **159/162/165/168/171** weist ihre jeweiligen Steuervorspannungen **174/177/180/183/186** zur Steuerung bestimmter Performance-Aspekte der aktiven RF-Komponenten auf. Die jeweiligen Steuervorspannungen **174/177/180/183/186** sind ausgebildet, die jeweiligen aktiven RF-Komponenten durch Änderung der entsprechenden Vorspannung der jeweiligen aktiven RF-Komponenten zu steuern.

Die Steuervorspannung kann ein oder mehrere Bits einer digitalen Steuerung sein, um die zugeordnete Vorspannung einzustellen oder zu steuern. Die Steuervorspannung kann bei einigen Ausführungsbeispielen auch eine analoge Steuerung sein. Zum Beispiel, wenn die Stufe I 159 ein LNA ist, kann die Vorspannungssteuerung desselben eine digitale 5-Bit-Steuerung sein, um 32 Einstellungen für den LNA bereitzustellen. Die 32 Einstellungen können der Verstärkungssteuerung des LNA entsprechen. Wenn der LNA z. B. einen Verstärkungsbereich von 10dB bis 42 dB aufweist, dann kann die Verstärkung durch 1-dB-Schritte gesteuert werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Verstärkung nicht-linear gesteuert werden. Zum Beispiel kann die Verstärkung durch feinere Schritte in bestimmten Teilbereichen und durch gröbere Schritte in anderen Teilbereichen gesteuert werden.

[0018] Für die meisten RF-Sender und -Empfänger gibt es mehrere relevante Parameter zur Bestimmung der Performance derselben. Diese Parameter umfassen die Rauschzahl (NF; noise figure) und die Linearität, sind aber nicht darauf beschränkt. NF zeigt Maße der Verschlechterung eines Signalzu-Rausch-Verhältnisses (SNR; signal-to-noise ratio) an, die durch Komponenten in einer RF-Kette verursacht wird. Es ist eine Zahl, bei der niedrigere Werte eine bessere Performance der RF-Kette anzeigen. Es ist entscheidend, eine niedrige NF aufzuweisen, um das gewünschte Empfänger-SNR sicherzustellen. Linearität bezieht sich auf die Fähigkeit einer Komponente oder RF-Kette, ein Ausgangssignal bereitzustellen, das direkt proportional zu einem Eingangssignal ist. Folglich ist die Beziehung des Signaleingangs zu dem Signalausgang als eine Funktion der Frequenz eine Gerade. Das Erreichen einer guten Linearität ist wesentlich für die Erhaltung der Schlüssel-Puls-Charakteristika in einem Radarsystem und/oder der Modulationsqualität in einem Kommunikationssystem.

[0019] **Fig. 1A** und **Fig. 1B** stellen jeweils den RF-Sender **100** und den RF-Empfänger **150** dar, die jeweils 5 Stufen von Vorspannungssteuerungen im Hinblick auf 5 aktive RF-Komponenten aufweisen. Für die Erörterungen hierin wird angenommen, dass jede Vorspannungssteuerung eine 5-Bit-Spannungssteuerung ist. Diese Steuerungen können die Performance jeder Stufe abstimmen und/oder kalibrieren und die Performance der RF-Kette weiter kalibrieren, mit dem Ziel, konsistente RF-Verstärkungen über Temperaturschwankungen sowie Änderungen der Betriebsfrequenz und Spannungsantwortschwankungen, die durch Inkonsistenzen bei der Herstellung/Verarbeitung verursacht werden, bereitzustellen. Hier weist jede Stufe aufgrund der 32 möglichen Vorspannungssteuerungen 2^5=32 mögliche Ausgänge auf. Mit 5 Stufen in der RF-Kette gäbe es theoretisch $(2^5=32)^5$ mögliche RF-Ketten-Schwankungen, was zu unpraktisch großen Iterationen für die RF-Ketten-Kalibrierung führt, wenn alle Möglichkeiten berücksichtigt werden. In realen mmW-Anwendungen sind sogar mehr RF-aktive Stufen ausgebildet, implementiert zu werden, was weitere Herausforderungen bei der Ketten-Kalibrierung verursachen kann. Ferner kann aufgrund der PVTF-Faktoren jede Stufe ihre einzelnen Verstärkungseinstellungen aufweisen. Somit ist es eher herausfordernd, wenn nicht völlig unpraktisch, in dieser Situation mehrere vordefinierte Vorspannungs-Nachschlagtabellen (LUTs; Look-Up Tables) zu verwenden. Eine herkömmliche vordefinierte Vorspannungs-LUT weist Nachschlag-Werte zur Kalibrierung einer einzelnen Stufe auf. Wenn mehrere Stufen in einer RF-Kette kalibriert werden müssen, werden mehrere LUTs präsentiert, was entsprechende Kalibrierungs-Iterationen exponentiell erhöhen und großen Speicher-(memory) Platz belegen kann. Somit wird es unpraktisch, LUTs für mehrstufige RF-Ketten zu verwenden.

[0020] Die analoge Vorspannung-Schaltungsanordnung-Steuerung ist eine andere herkömmliche Steuerung aktiver RF-Komponenten. Dieses Verfahren erfordert jedoch Prozesskalibrierungen im Hinblick auf einzelne RF-Komponenten und kann Temperaturinformationen nicht genau verfolgen. Somit ist auch dieses Verfahren in mehrstufigen RF-Ketten-Kalibrierungen beschränkt.

[0021] Herkömmliche Sendeleistungssteuerung (TPC; Transmission Power Control) und/oder Automatische Verstärkungssteuerung (AGC; Automatic Gain Control) funktionieren möglicherweise auch nicht gut für mehrstufige RF-Ketten-Kalibrierungen. Die TPC umfasst einen Verstärker mit variabler Verstärkung, der in 1-dB-Schritten für einen RF-Sender gesteuert werden kann. Die AGC-Funktion eines Empfängers ist ausgebildet, die Verstärkung durch ein Signal aus dem Basisbandblock basierend auf einem Rückkopplungsmechanismus automatisch zu steuern. Weder die TPC noch die AGC funktionieren gut unter mehrstufigen aktiven RF-Ketten, aufgrund von Teilbetrachtungen der Kette. Die Linearität und/oder NF der RF-Kette kann während der Verstärkungskalibrierung in der TPC oder AGC herabgesetzt werden.

[0022] Verschiedene Ausführungsbeispiele reduzieren/minimieren die durch Temperaturschwankungen verursachten Verstärkungsschwankungen, sowie Frequenz-, Spannungs- und/oder Prozessschwankungen, in einem RF-Sender oder -Empfänger, um die gewünschte RF-Verstärkung der Kette bereitzustellen und die entsprechende Rauschzahl, Linearität und/oder andere Systemparameter zu verbessern. Die Verstärkungskalibrierung kann vor oder während RF-Ketten-Operationen ausgeführt werden.

[0023] Bei verschiedenen Ausführungsbeispielen wird der RF-Empfänger **150** in ähnlicher Weise mit der Verstärkungssteuerungs-Technologie der vorliegenden Offenbarung bereitgestellt/ergänzt, wie im Hinblick auf **Fig. 1A** erwähnt, und soll nachfolgend Bezug nehmend auf die übrigen Figuren näher beschrieben werden. Es wird darauf hingewiesen, dass ein zweites Verstärkungssteuerungs-Modul **189**, das dasselbe ist wie das Verstärkungssteuerungs-Modul **139** oder diesem im Wesentlichen ähnlich ist, implementiert werden kann, um die Verstärkungssteuerungs-Technologie bereitzustellen.

RF-VERSTÄRKUNGSKALIBRIERUNG

[0024] Bezug nehmend auf **Fig. 2**, wo eine beispielhafte RF-Verstärkungskalibrierungs-Schaltungsanordnung **200** (im Folgenden „Verstärkungskalibrierung“) gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen gezeigt ist. Die Verstärkungskalibrierung **200** umfasst eine Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** und eine Vorspannungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206**. Die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** und die Vorspannungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206** sind elektronisch gekoppelt, und die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** kann der Vorspannungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206** anzeigen, jeweilige Vorspannungssteuerungen **121/124/127/130/133** zu konfigurieren. Die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung umfasst einen Satz von Verstärkungssteuerungs-Vektoren, $\overrightarrow{B_1}, \overrightarrow{B_2}$ ... $\overrightarrow{B_N}$. Der Vektor $\overrightarrow{B_N}$ umfasst einen Satz von Steuerwerten zum Konfigurieren der jeweiligen Vorspannungssteuerung. Entsprechend dem beispielhaften RF-Sender **100** umfasst der Vektor $\overrightarrow{B_N}$ b_{N1}, b_{N2}... b_{N5}, da es 5 Stufen aktiver RF-Komponenten gibt, die vorgespannt sein müssen. Der Vektor $\overrightarrow{B_N}$ kann aus einer Herstellungscharakterisierung basierend auf dem RF-Sender-Entwurf vorbestimmt sein, während einer Initialisierung im Feld oder bei irgendeiner ordnungsgemäßen Stufe während der Produktlebensdauer. Mehr Details im Hinblick auf die Bestimmung dieses Vektorsatzes sind unten stehend in den Erörterungen im Hinblick auf **Fig. 3** dargestellt.

[0025] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann ein Satz von Vektor $\overrightarrow{B_1}, \overrightarrow{B_2} \ldots \overrightarrow{B_N}$ bestimmt sein, um einem Satz von RF-Sender-Verstärkungen zu entsprechen, den der RF-Sender **100** entworfen ist bereitzustellen. Zum Beispiel, wenn der RF-Sender entworfen ist, um einen Bereich von RF-Verstärkungen von 30 dB bereitzustellen, können 30 Verstärkungssteuerungs-Vektoren $\overrightarrow{B_1} \ldots \overrightarrow{B_{30}}$ mit 1 dB-Schritten bereitgestellt werden. Andere feste oder variable Schritte können bei dem Bestimmen der Steuerungs-Vektoren verwendet werden. Ein fester Schrittwert wird als Kalibrierungs-auflösung bezeichnet. Ferner ist jeder Vektor bestimmt, um eine bestimmte RF-Verstärkung bereitzustellen, unter Berücksichtigung anderer wichtiger System- oder Kettenparameter, wie beispielsweise NF und/oder Linearität, sodass der bestimmte Vektor entworfen ist, um eine optimierte oder nahezu optimierte Ketten-Performance mit der bestimmten RF-Verstärkung bereitzustellen, unter Berücksichtigung bestimmter Systemparameter. Die Anzahl der Vektoren $\overrightarrow{B_N}$ kann abhängig von verschiedenen Systemspezifikationen und Grenzen des Systementwurfs variieren. Es wird darauf hingewiesen, dass der Satz von Vektoren $\overrightarrow{B_1}, \overrightarrow{B_2} \ldots \overrightarrow{B_N}$ unter einer Basislinientemperatur und einer Basislinienfrequenz bestimmt wird. Eine solche Basislinientemperatur kann eine Raumtemperatur oder eine andere spezifische Temperatur sein, die durch Entwurf ausgewählt ist. Somit entspricht der Satz von $\overrightarrow{B_1}, \overrightarrow{B_2} \ldots \overrightarrow{B_N}$ einem Satz $\vec{G}$ von RF-Verstärkungen, G_1, G_2... G_N, deren Beziehung wie in der unten stehenden Beziehung 1 gehalten wird. Bei einem Ausführungsbeispiel repräsentiert G_1 eine minimale RF-Verstärkung der Kette und G_N repräsentiert eine maximale RF-Verstärkung der Kette. Jede Verstärkung der einzelnen Stufen oder RF-Blöcke, die der minimalen RF-Verstärkung G_1 entspricht, kann eine minimale Verstärkung des zugeordneten RF-Blocks derselben sein, und jede Verstärkung von einzelnen Stufen oder RF-Blöcken, die der maximalen RF-Verstärkung G_N entspricht, kann eine maximale Verstärkung des zugeordneten RF-Blocks derselben sein.

$$\begin{bmatrix} \overrightarrow{B_1} \\ \overrightarrow{B_2} \\ \vdots \\ \overrightarrow{B_N} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1N_{BLK}} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2N_{BLK}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{N1} & b_{N2} & \cdots & b_{NN_{BLK}} \end{bmatrix} \leftrightarrow \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ \vdots \\ G_N \end{bmatrix} = \vec{G} \qquad \text{Beziehung 1}$$

[0026] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann, sobald der Verstärkungssteuerungs-Vektor-Satz bestimmt ist, die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** eine RF-Sender-Verstärkung G_i für eine bestimmte Übertragungseinstellung bestimmen. Dann zeigt die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** der Vorspannungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206** an, die einzelnen Vorspannungssteuerungen **121/124/127/130/133** zu konfigurieren, um die Verstärkung G_i für den RF-Sender **100** zu realisieren. Die Vorspannungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206** konfiguriert die einzelnen Vorspannungssteuerungen **121/124/127/130/133** entsprechend.

[0027] Bei einigen Ausführungsbeispielen arbeiten möglicherweise eine oder mehrere RF-Komponenten nicht unter der Basislinientemperatur. Dann können die eine oder die mehreren Verstärkungen der RF-Stufen von der Verstärkung, die der Basislinientemperatur entspricht, abweichen. Demgemäß kann sich die RF-Verstärkung des Senders **100** von der gewünschten Verstärkung G_i unterscheiden. Wenn der RF-Sender **100** mit einem Leistungsdetektor oder einer ähnlichen Leistungsdetektions-Schaltungsanordnung implementiert ist, um die tatsächliche Verstärkung des Senders **100** im Einsatz zu detektieren, kann die tatsächliche RF-Verstärkung des Senders **100** in einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis gemessen werden. Bei der RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis können ein oder mehrere Leistungsdetektoren die Leistungspegel an dem Eingang des RF-Senders **100** und an dem Ausgang des RF-Senders **100** detektieren, um somit die entsprechende Leistungsverstärkung des Senders zu berechnen, wenn der RF-Sender **100** in einer Einstellung mit offenem Regelkreis ist. Dementsprechend kann ein Verstärkungsfehler oder eine Differenz zwischen der tatsächlichen RF-Verstärkung und der gewünschten Verstärkung bestimmt werden. Basierend auf dem Verstärkungsfehler kann die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** den ursprünglichen Vorspannungssteuerungs-Vektor zu einem ordnungsgemäßen Vorspannungssteuerungs-Vektor anpassen oder ändern, um den Verstärkungsfehler zu kompensieren. Zum Beispiel, wenn die gewünschte Verstärkung G_i 10 dB ist und die tatsächliche Verstärkung aufgrund einer erhöhten Temperatur 8 dB ist, ist eine kompensierte Verstärkung G_{i+2} zu verwenden, um den Verstärkungsfehler von 2 dB (10 dB - 8 dB = 2 dB) zu kompensieren, angenommen, die Kalibrierungs-Auflösung ist 1dB. Somit wird der Vorspannungssteuerungs-Vektor $\overrightarrow{B_{t+2}}$, was G_{i+2} = 12 dB entspricht, zum Konfigurieren der Vorspannungssteuerungen **121/124/127/130/133** verwendet.

[0028] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann jeder Verstärkungsfehler für jede Verstärkung des Verstärkungssatzes G unter einer bestimmten RF-Ketten-Temperatur gemessen oder bestimmt werden. Der Satz von Verstärkungsfehlern, der dem Verstärkungssatz G entspricht, kann als der Verstärkungsfehlersatz $\overrightarrow{G_{Error}}$ bezeichnet werden. Dementsprechend kann der Vorspannungssteuerungs-Vektorsatz von $\overrightarrow{B_t}$ im Hinblick auf einen Satz von Verstärkung unter Berücksichtigung der Verstärkungsfehler über die jeweilige Temperatur angepasst oder kalibriert werden. Beziehung 2 stellt einen Satz von angepassten Vorspannungssteuerungs-Vektor $\overrightarrow{B_t}$ dar.

$$\begin{bmatrix} \overrightarrow{B_1} \\ \overrightarrow{B_2} \\ \vdots \\ \overrightarrow{B_i} \\ \vdots \\ \overrightarrow{B_N} \end{bmatrix} \leftrightarrow \begin{bmatrix} G_1 - G_{1(Error)} \\ G_2 - G_{2(Error)} \\ \vdots \\ G_i - G_{i(Error)} \\ \vdots \\ G_N - G_{N(Error)} \end{bmatrix} \leftrightarrow \begin{bmatrix} G_1' \\ G_2' \\ \vdots \\ G_i' \\ \vdots \\ G_N' \end{bmatrix}, \text{ where } \begin{bmatrix} G_{1(Error)} \\ G_{2(Error)} \\ \vdots \\ G_{i(Error)} \\ \vdots \\ G_{N(Error)} \end{bmatrix} = \overrightarrow{G_{Error}} \qquad \text{Beziehung 2}$$

[0029] Alternativ oder zusätzlich kann ein Satz von Steuerungs-Vektor-Anpassung $\overrightarrow{B_t'}$ basierend auf der folgenden Beziehung 3 bestimmt werden:

$$B' = \begin{bmatrix} \overrightarrow{B_1}' \\ \overrightarrow{B_2}' \\ \vdots \\ \overrightarrow{B_t}' \\ \vdots \\ \overrightarrow{B_N}' \end{bmatrix} \leftrightarrow \begin{bmatrix} G_1 - G_{1(Target)} \\ G_2 - G_{2(Target)} \\ \vdots \\ G_i - G_{i(Target)} \\ \vdots \\ G_N - G_{N(Target)} \end{bmatrix} = \overrightarrow{G_{Error}}$$

Beziehung 3

[0030] Bei einem Beispiel kann die Änderung des Vorspannungs- (bias) Steuerungs-Vektorsatzes von $\overrightarrow{B_t}$ mit unterschiedlichen Verstärkungs- (gain) Werten (G_1, G_2... G_N) bestimmt werden als $^{\partial Bias}/_{\partial Gain}$. Eine solche Beziehung von $^{\partial Bias}/_{\partial Gain}$ kann verwendet werden, um die Verstärkungssteuerungs-Vektoren über eine bestimmte Temperatur zu kalibrieren. Alternativ oder zusätzlich kann ein Satz von Verstärkungsfehlern einer bestimmten gewünschten Verstärkung G_i gemessen oder gemäß einem Satz von Temperaturänderungen bestimmt werden. Dann kann ein Satz von kalibrierten Vorspannungssteuerungs-Vektoren, die $\overrightarrow{B_t}$ entsprechen, zum Kalibrieren eines Vorspannungssteuerungs-Vektors $\overrightarrow{B_t}$ einer bestimmten gewünschten Verstärkung G_i über eine Reihe von Temperaturänderungen bestimmt werden. Bei einem Beispiel kann der Verstärkungsfehler vs. Temperatur basierend auf $^{\partial Gain}/_{\partial TEMP}$ bestimmt werden. Somit kann, bei Kenntnis einer Temperaturänderung ΔTEMP, der Verstärkungsfehler hergeleitet werden aus ΔTEMP × $^{\partial Gain}/_{\partial TEMP}$. Sobald der Verstärkungsfehler bestimmt ist, kann ein angepasster oder kalibrierter Vorspannungssteuerungs-Vektor durch die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** bestimmt werden. Es wird darauf hingewiesen, dass der Verstärkungsfehler als eine Verschiebungsverstärkung aufgrund von Temperaturänderungen bezeichnet werden kann.

[0031] Alternativ oder zusätzlich, wenn die Temperatur des RF-Senders **100** gemessen oder bestimmt werden kann, kann die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** den Verstärkungsfehler basierend auf einer vorbestimmten Verstärkung-Drift-Tabelle/Kurve in vs. Temperatur bestimmen. Die vorbestimmte Verstärkung-Drift-Tabelle oder -Kurve kann auf einer allgemeinen RF-Komponenten-Temperatur-Performance, einer bestimmten Temperatur-Performance einer oder mehrerer RF-Komponenten des Senders **100** oder einer Kombination davon basieren. Die vorbestimmte Verstärkung-Drift-Tabelle oder -Kurve kann in der Herstellungsphase, einer RF-Ketten-Initialisierung in der Produktionsphase oder Produktinitialisierung oder während einer oder mehrerer RF-Kalibrierungen während der ganzen Lebensdauer des Sendeempfängers gemessen und bestimmt werden. Wiederum alternativ oder zusätzlich kann die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** eine Temperaturdifferenz zwischen der gemessenen Temperatur des RF-Senders **100** und der Basislinientemperatur bestimmen. Dann kann die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** den Verstärkungsfehler basierend auf der Temperaturdifferenz gemäß einer Nachschlagtabelle oder Kurve des Verstärkungsfehlers vs. Temperaturdifferenz zur Basislinientemperatur bestimmen. Die vorangehend erwähnte vorbestimmte Verstärkung-Drift-Tabelle oder -Kurve und/oder die Nachschlagetabelle oder Kurve des Verstärkungsfehlers können in einer Speicherschaltungsanordnung, die für die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** zugänglich ist, oder direkt in der Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** gespeichert werden.

[0032] Bei einigen Ausführungsbeispielen wird die RF-Sender-Temperatur an einer bestimmten Stelle auf dem Sender **100** über einen oder mehrere thermische Sensoren gemessen. Die RF-Sender-Temperatur kann auch an mehreren Stellen des Senders **100** oder an einer oder mehreren bestimmten RF-Komponenten gemessen werden. Wenn mehrere Messungen verwendet werden, kann zum Bestimmen der RF-Sender-Temperatur eine Mittelwertbildung oder eine gewichtete Mittelwertbildung verwendet werden.

[0033] Es wird darauf hingewiesen, dass der RF-Empfänger **150** mit der gleichen oder im Wesentlichen ähnlichen Verstärkungskalibrierung **200** implementiert sein kann. Bei der Implementierung der Verstärkungskalibrierung **200** auf den RF-Empfänger **150** kann die Verstärkungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206** die entsprechenden Vorspannungssteuerungen **174/177/180/183/186** steuern. Ein bestimmter Satz von Vektoren $\overrightarrow{R_1}, \overrightarrow{R_2} \ldots \overrightarrow{R_N}$ kann für den Empfänger **150** vorbestimmt sein. Es wird darauf hingewiesen, dass nur der RF-Sender **100** und der entsprechende Vektorsatz $\overrightarrow{B_N}$ desselben erörtert werden sollen, um Redundanzen zu vermeiden. Alle obigen Erörterungen im Hinblick auf den RF-Sender **100** sind jedoch auch auf den RF-Empfänger anwendbar.

RF-VERSTÄRKUNGS-CHARAKTERISIERUNG

[0034] **Fig. 3** stellt schematisch eine RF-Ketten-Charakterisierung **300** gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen dar. Die Verstärkungskalibrierung **200** kann den RF-Sender **100** und den RF-Empfänger **150** einzeln charakterisieren. Die RF-Ketten-Charakterisierung **300** bezieht sich auf einen Prozess zum Bestimmen des Satzes von Verstärkungssteuerungs-Vektorsatz $\overrightarrow{B_N}$ mit zugeordneten Verstärkungswerten von G im Hinblick auf **Fig. 2**. Die Charakterisierung kann anfänglich in der Produktherstellungs-Phase, Sendeempfänger-Initialisierung oder irgendeiner anderen ordnungsgemäßen Stufe während der Produktlebensdauer ausgeführt werden.

[0035] Es wird auch darauf hingewiesen, dass der RF-Empfänger **150** mit der gleichen oder einer im Wesentlichen ähnlichen Verstärkungskalibrierungsmaschine oder -Schaltungsanordnung wie die Verstärkungskalibrierung **200** implementiert sein kann. Bei einer beispielhaften Implementierung der Verstärkungskalibrierung **200** auf den RF-Empfänger **150** kann die Verstärkungskalibrierung die jeweiligen Vorspannungssteuerungen **174/177/180/183/186** steuern, wie in **Fig. 3** gezeigt ist. Bei einer anderen beispielhaften Implementierung kann die gleiche Verstärkungskalibrierung **200** oder eine im Wesentlichen ähnliche nur in den RF-Empfänger **150**, aber nicht den RF-Sender **100** implementiert werden. Es wird darauf hingewiesen, dass nur der RF-Sender **100** und sein entsprechender Vektorsatz $\overrightarrow{B_N}$ für den Großteil der Erörterung zu erörtern ist, um Redundanz zu vermeiden. Alle obigen und weiteren Erörterungen im Hinblick auf den RF-Sender **100** sind jedoch auch auf den RF-Empfänger anwendbar.

[0036] Bei verschiedenen Ausführungsbeispielen im Hinblick auf die Charakterisierung des RF-Senders **100** stellt jeder $\overrightarrow{B_t}$ eines Satzes von Verstärkungssteuerungs-Vektoren, $\overrightarrow{B_1}, \overrightarrow{B_2} \ldots \overrightarrow{B_N}$ einen Satz von Vorspannungsverstärkungs-Steuerungen bereit, um jeweilige aktive RF-Stufen einzustellen, um den Sender **100** mit einer Ziel-RF-Verstärkung abzustimmen. Jeder Vektor $\overrightarrow{B_t}$ umfasst einen Satz von Steuerwerten zum Konfigurieren der jeweiligen Vorspannungssteuerung. Entsprechend dem beispielhaften Sender **100** umfasst der Vektor $\overrightarrow{B_t}\ b_{i1}, b_{i2} \ldots b_{i5}$, da es 5 Stufen aktiver RF-Komponenten gibt, die vorgespannt sein müssen. Abhängig von der Konfiguration jeder spezifischen RF-aktiven Stufe kann eine spezifische Vorspannungssteuerung eine einzelne oder mehrere digitale Steuerungen sein, um eine entsprechende RF-aktive Komponente zu konfigurieren. Ein spezifischer Vorspannungssteuerwert von b_{i1}, b_{i2}... b_{i5} kann ein Wert sein, der der spezifischen digitalen Steuerung entspricht. Zum Beispiel, wenn die RF-aktive Stufe 4 einen Senderverstärker umfasst, der einen Verstärkungsbereich von 0 bis 15 dB mit einem 1 dB-Inkrement aufweist, weist b_{i4} einen Bereich von Werten von 0 bis 15 auf, der durch 0000 bis 1111 im binären Format angezeigt werden kann. Jeder Vektor $\overrightarrow{B_t}$ ist bestimmt oder darauf ausgerichtet, eine Ziel-RF-Verstärkung für den Sender **100** zu realisieren. Ein RF-Verstärkungssatz $\vec{G}$ kann basierend auf den Sender-Spezifikationen bestimmt werden. Zum Beispiel kann ein Satz von Verstärkungswerten von 10 bis 40 für einen spezifischen RF-Sender **100** verwendet werden. In einem solchen Fall sind 30 Vektoren $\overrightarrow{B_1} \ldots \overrightarrow{B_{30}}$ zu bestimmen, um entsprechende Verstärkungen von 10 - 40 dB zu realisieren oder darauf abzuzielen, dieselben zu realisieren. Bei diesem Beispiel ist die RF-Verstärkungs-Auflösung 1 dB. Es wird darauf hingewiesen, dass verschiedene Verstärkungsbereiche und Auflösungen für den Sender **100** konfiguriert werden können. Die Verstärkungssteuerwerte jedes Vektors $\overrightarrow{B_t}$ werden basierend auf Überlegungen zu RF-Systemparametern bestimmt, umfassend, aber nicht beschränkt auf, Linearität und NF, um eine optimierte oder nahezu optimierte RF-System-Performance bereitzustellen.

[0037] Wie im Hinblick auf **Fig. 2** erörtert, können bei mehrstufigen RF-Ketten-Architekturen mögliche Kombinationen von Vorspannungs-Verstärkungs-Steuereinstellungen eine signifikant große Anzahl sein. Somit sind für das Aufbauen des Vektors $\overrightarrow{B_t}$ bestimmte Vorspannungsverstärkungssteuerwerte zu wählen. Zum Beispiel kann eine niedrigere RF-Verstärkung eine oder mehrere einzelne Verstärkungen der jeweiligen RF-Stufen von einer höheren RF-Verstärkung reduzieren, und diese eine oder mehreren jeweiligen RF-Stufen sind die ersten Stufen des Senders **100**, wie beispielsweise die Stufen **121** und/oder **124**. Dies liegt daran, dass eine bessere Linearität erhalten werden kann, indem die Verstärkungen der ersten Stufen reduziert werden. Somit können die entsprechenden Vorspannungssteuerwerte b_{i1}, b_{i2} vor anderen Steuerwerten b_{i3} - b_{i5} reduziert werden, die durch Senkung der RF-Verstärkung zu reduzieren sind. Bei einer RF-Empfänger-Charakterisierung können bei einer Konfiguration mit geringerer RF-Verstärkung in ähnlicher Weise die Verstärkungen einer oder mehrerer erster Stufen der RF-Stufen, z. B. Stufen **159** und/oder **162**, vor anderen reduziert werden, indem eine besse-

re Linearität und NF des RF-Empfängers **150** erreicht wird. Die Verstärkungssteuerwerte werden basierend auf verschiedenen Faktoren ausgewählt, umfassend, aber nicht beschränkt auf spezifische RF-Komponenten-Entwürfe/Spezifikationen und RF-Systemparameter.

[0038] Sobald ein Satz von Vektoren $\overrightarrow{B_N}$ bestimmt ist, kann die Verstärkungskalibrierung **200** den Satz von Vektor $\overrightarrow{B_N}$ jeweils auf den Sender **100** konfigurieren. Für jeden Vektor $\overrightarrow{B_t}$, der auf den Sender **100** konfiguriert ist, kann ein Leistungsdetektor (PD; power detector) 303 die Ausgangsleistung des Senders **100** messen. Der Leistungsdetektionsmesspunkt befindet sich an dem Ausgang der letzten Stufe **118**. Bei einigen anderen Ausführungsbeispielen kann ein alternativer oder zusätzlicher Leistungsdetektor **306** die Ausgangsleistung an der vorletzten Stufe **115** messen. Wenn die Ausgangsleistung vor dem letzten PA gemessen werden muss, sollte der Leistungsdetektor **306** anstelle des Leistungsdetektors **303** verwendet werden. Der Leistungsdetektor **306** kann zur Messung eines Leistungspegels vor dem letzten PA verwendet werden, da bei der Sendercharakterisierung das RF-Sendesignal nicht ausgebildet ist, über die Antenne **136** ausgesendet zu werden, und das Ausgangssignal auf einen begrenzten Leistungspegel begrenzt werden kann, der niedriger ist als der Ausgangsleistungspegel in der realen Übertragung aufgrund der Begrenzungen des Leistungsdetektors. Dementsprechend kann die Performance des PA der letzten Stufe separat geschätzt werden. Sobald der Ausgangsleistungspegel gemessen und bestimmt ist, kann die RF-Verstärkung basierend auf dem bekannten Basisband-Ausgangssignal-Leistungspegel oder RF-Eingangsleistungspegel an dem oder vor dem Eingang der ersten RF-Stufe **106** hergeleitet werden.

[0039] Bei der Basislinientemperatur sind die RF-Verstärkungen des Senders **100** ausgebildet, entsprechend den jeweiligen Zielverstärkungen und den zugeordneten Vorspannungssteuerungs-Vektoren gemessen zu werden. Bei Abschluss der Messungen aller RF-Verstärkungen mit entsprechenden Zielverstärkungen und den zugeordneten Vorspannungssteuerungs-Vektoren wird die RF-Sender-Charakterisierung ausgeführt und eine Beziehung zwischen dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren und den gemessenen Verstärkungen $\left(\vec{B} \rightarrow \vec{G}\right)$ kann hergestellt werden. Die Beziehung, z. B. Beziehung 1, kann in einer Nachschlagtabelle oder anderen Formen der Speicherung (storage) gespeichert werden.

[0040] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann, nachdem eine Basislinien- $\vec{B} \rightarrow \vec{G}$ Beziehung bestimmt ist, detektiert werden, dass der gleiche Sender **100** oder ein anderer Sender, der die identische RF-Performance aufweisen soll, eine Versatz-Verstärkung aufweist, bei der derselbe $\overrightarrow{B_t}$ ausgebildet ist, eine unterschiedliche RF-Verstärkung als die gewünschte G_i zu erzeugen. Dann sind der eine oder die mehreren Vorspannungssteuerwerte von $\overrightarrow{B_t}$ zu kalibrieren, um den gewünschten G_i zu liefern. Bei einigen anderen Ausführungsbeispielen kann die verschobene Verstärkung auch als Teil des Kalibrierungsprozesses aufgezeichnet werden.

[0041] Beim Charakterisieren des RF-Empfängers **150** wird eine angemessene Signalquelle **309** verwendet, um ein Quellsignal an dem Eingangsport der ersten Stufe des Empfängers **150**, z. B. Stufe **156**, für die Charakterisierung des RF-Empfängers bereitzustellen. Dann ist das Ausgangssignal des Empfängers **150** an dem Ausgang der letzten Stufe des Empfängers, z. B. Stufe **171**, zu messen. Dementsprechend kann die RF-Verstärkung des Empfängers **150** basierend auf den Leistungspegeln des RF-Eingangssignals und des Ausgangs-Basisbandsignals hergeleitet werden. Eine Beziehung zwischen der Empfängerverstärkung und dem Vorspannungsverstärkungssteuerungsvektor des Empfängers **150** kann für den RF-Sender **100** hergestellt werden.

[0042] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann das RF-Eingangssignal für die Empfänger-Charakterisierung durch einen Sender-Loopback **312** bereitgestellt werden, bei dem der Sender **100** das angemessene RF-Eingangssignal für die Empfänger-Charakterisierung bereitstellt. Der charakterisierte oder kalibrierte Sender **100** kann das RF-Signal mit einem genauen Leistungspegel bereitstellen, aufgrund einer ordnungsgemäßen Charakterisierung und/oder Kalibrierung. Das RF-Eingangssignal kann durch die letzte Stufe oder die vorletzte Stufe des Senders **100** bereitgestellt werden, z. B. Stufe **133** oder Stufe **130**. Entweder Stufe **133** oder Stufe **130** kann verwendet werden, abhängig von dem erforderlichen Leistungspegel des RF-Eingangssignals. Diese interne Loopback-Charakterisierung kann im Vergleich zu einer externen Empfänger-Charakterisierung verschiedene Vorteile bereitstellen, wie beispielsweise die Notwendigkeit von weniger Testausrüstung, weniger Verdrahtung, bessere Steuerbarkeit usw.

[0043] Alternativ oder zusätzlich kann die vorangehend erörterte RF-Ketten-Charakterisierung und -Kalibrierung im Hinblick auf die Temperaturschwankung für die RF-Ketten-Charakterisierung und/oder -Kalibrierung

im Hinblick auf andere Parameter verwendet werden. Beispielsweise kann eine ähnliche RF-Ketten-Charakterisierung und -Kalibrierung im Hinblick auf die Frequenzschwankung ausgeführt werden. RF-Komponenten oder Bauelemente sind frequenzempfindlich und ihre Performance (z. B. Verstärkung) kann mit Frequenzänderungen signifikant abweichen. Somit kann die RF-Ketten-Charakterisierung und Kalibrierung im Hinblick auf die Frequenz die RF-Ketten-Performance verbessern und kalibrierte und konsistente Verstärkungen über einen breiteren Frequenzbereich bereitstellen. Die entsprechende RF-Ketten-Charakterisierung und Kalibrierung kann über Einzelton-, Mehrton- oder modulierte Signale ausgeführt werden.

[0044] **Fig. 4-5** zeigen jeweilige beispielhafte Kalibrierungs- und Charakterisierungsprozeduren **400** und **500** gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen. Zu darstellenden Zwecken werden die verschiedenen Operationen der Prozesse **400** und **500** als durch eine oder mehrere Verstärkungskalibrierungen **200** ausgeführt beschrieben, umfassend, aber nicht beschränkt auf die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** und die Vorspannungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206**, gekoppelt mit einem oder mehreren RF-Sendern **100** und/oder RF-Empfängern **150**, bekannt als RF-Front-End- (RFFE; RF front-end) Modul(e). Zusätzlich sind die verschiedenen Meldungen/Signalisierung ausgebildet, zwischen der Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** und der Vorspannungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206** im Hinblick auf die **Fig. 2-3** und unter Verwendung der verschiedenen hierin erörterten Mechanismen, umfassend die unten stehend im Hinblick auf die **Fig. 6-8** erörterten, kommuniziert zu werden. Während in den **Fig. 4-5** bestimmte Beispiele und Reihenfolgen von Operationen dargestellt sind, sollten die dargestellten Reihenfolgen von Operationen nicht so ausgelegt werden, dass sie den Schutzbereich der Ausführungsbeispiele in irgendeiner Weise einschränken. Vielmehr können die dargestellten Operationen neu geordnet, in zusätzliche Operationen aufgeteilt, kombiniert und/oder vollständig weggelassen werden, während sie innerhalb des Wesens und Schutzbereichs der vorliegenden Offenbarung verbleiben.

[0045] **Fig. 4** stellt eine(n) Operationsablauf/algorithmische Struktur **400** zur Erleichterung eines Prozesses der RF-Verstärkungskalibrierung durch die Verstärkungskalibrierung **200** gemäß einigen Ausführungsbeispielen im Hinblick auf **Fig. 2** dar. Der/die Operationsablauf/algorithmische Struktur **400** kann durch die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203**, die Vorspannungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206** und/oder eine andere Schaltungsanordnung davon ausgeführt werden.

[0046] Der/die Operationsablauf/algorithmische Struktur **400** kann, bei **410**, ein Auswählen eines Vorspannungssteuerungs-Vektors aus einem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren umfassen, die entsprechenden Verstärkungswerten zugeordnet sind, basierend zumindest teilweise auf einer Zielverstärkung des RFFE-Moduls. Dies kann durch die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** oder eine andere Schaltungsanordnung davon ausgeführt werden. Der Vorspannungssteuerungs-Vektor umfasst einen Satz von Steuerwerten, und jeder Steuerwert des Satzes von Steuerwerten ist ausgebildet, eine entsprechende aktive RF-Stufe der aktiven RF-Stufen des RFFE-Moduls zu konfigurieren. Der Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren ist der gleiche wie oder im Wesentlichen ähnlich zu dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren $\overrightarrow{B_N}$ im Hinblick auf die Erörterung in den **Fig. 2** und **Fig. 3**. Der Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren kann vorbestimmt und/oder basierend auf der RF-Ketten- (oder RFFE-Modul-) Charakterisierung sein, im Hinblick auf die Erörterungen in den **Fig. 2-3** und **Fig. 5**. Das RFFE-Modul umfasst einen oder mehrere RF-Sender und einen oder mehrere RF-Empfänger, die die gleichen wie oder im Wesentlichen ähnlich zu dem RF-Sender **100** und dem RF-Empfänger **150** sind, im Hinblick auf die Erörterung in den **Fig. 1-3**. Die aktiven RF-Stufen umfassen Mischer, Verstärker, PLLs und andere RF-aktive Komponenten oder Bauelemente.

[0047] Die Zielverstärkung entspricht einer Verstärkung des RFFE-Moduls, die das RFFE-Modul im Hinblick auf eine RFFE-Basislinien-Temperatur und eine RFFE-Basislinien-Betriebsfrequenz bestimmt ist bereitzustellen, die die gleiche wie oder im Wesentlichen ähnlich zu der Zielverstärkung G im Hinblick auf die Erörterung in den **Fig. 2** und **Fig. 3** ist.

[0048] Der/die Operationsablauf/algorithmische Struktur **400** kann, bei **420**, ferner ein Konfigurieren einzelner aktiver RF-Stufen des RFFE-Moduls mit dem gewählten Vorspannungssteuerungs-Vektor umfassen. Dies kann durch die Konfigurations-Schaltungsanordnung **206** oder eine andere Schaltungsanordnung davon ausgeführt werden.

[0049] Weitere detaillierte Prozeduren der RF-Verstärkungskalibrierung stimmen mit verschiedenen Ausführungsbeispielen im Hinblick auf **Fig. 2** überein und sind in den unten stehenden Beispielen 1-14 und einigen anderen Beispielen dargestellt.

[0050] **Fig. 5** stellt einen/eine Operationsablauf/algorithmische Struktur **500** dar, um einen Prozess der RF-Verstärkungscharakterisierung durch die Verstärkungskalibrierung **200** gemäß einigen Ausführungsbeispielen im Hinblick auf **Fig. 3** zu erleichtern. Der/die Operationsablauf/algorithmische Struktur **500** kann durch die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203**, die Vorspannungskonfigurations-Schaltungsanordnung **206** und/oder eine andere Schaltungsanordnung davon ausgeführt werden.

[0051] Der/die Operationsablauf/algorithmische Struktur **500** kann, bei **510**, ein Bestimmen eines Vorspannungssteuerungs-Vektors basierend auf einer Zielverstärkung eines RF-Sendeempfängers gemäß einer Verstärkungstabelle einer Mehrzahl von RF-Verstärkungswerten des zumindest einen RF-Senders oder -Empfängers umfassen, die jeweiligen Vorspannungssteuerungs-Vektoren zugeordnet sind. Der RF-Sendeempfänger kann einen oder mehrere RF-Sender **100** und/oder -Empfänger **150** umfassen. Dies kann durch die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** oder eine andere Schaltungsanordnung davon ausgeführt werden. Der Vorspannungssteuerungs-Vektor umfasst einen Satz von Steuerwerten, und jeder Steuerwert des Satzes von Steuerwerten ist ausgebildet, eine entsprechende aktive RF-Komponente des RF-Senders oder -Empfängers zu konfigurieren. Der Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren ist der gleiche wie oder im Wesentlichen ähnlich zu dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektor $\overrightarrow{B_N}$ im Hinblick auf die Erörterungen in den **Fig. 2** und **Fig. 3**. Die Verstärkungstabelle kann basierend auf der Komponentenebenen- und/oder Systemebenen-Performance des RF-Senders oder -Empfängers vorbestimmt sein.

[0052] Die Zielverstärkung entspricht einer Verstärkung des RF-Senders oder -Empfängers, die der RF-Sender oder -Empfänger im Hinblick auf eine Basislinien-Sendeempfänger-Temperatur und/oder Betriebsfrequenz bestimmt ist bereitzustellen, die die gleiche wie oder im Wesentlichen ähnlich zu der Zielverstärkung G im Hinblick auf die Erörterungen in den **Fig. 2** und **Fig. 3** ist.

[0053] Der/die Operationsablauf/algorithmische Struktur **500** kann ferner, bei **520**, ein Konfigurieren aktiver RF-Komponenten des RF-Senders oder -Empfängers mit dem Vorspannungssteuerungs-Vektor umfassen. Der Vorspannungssteuerungs-Vektor umfasst einen Satz von Steuerwerten, und jeder Steuerwert ist ausgebildet, eine entsprechende aktive RF-Komponente der aktiven RF-Komponenten des RF-Senders oder -Empfängers zu konfigurieren. Dies kann durch die Konfigurations-Schaltungsanordnung **206** oder eine andere Schaltungsanordnung davon ausgeführt werden.

[0054] Der/die Operationsablauf/algorithmische Struktur **500** kann ferner, bei **530**, ein Bestimmen einer tatsächlichen Verstärkung des zumindest einen RF-Senders oder -Empfängers basierend auf einer Verstärkungsmessung des konfigurierten RF-Senders oder -Empfängers umfassen. Die Messung der Verstärkung kann die gleichen, oder im Wesentlichen ähnliche, Prozeduren annehmen, basierend auf Leistungsdetektionen, die im Hinblick auf **Fig. 3** erörtert wurden. In dem RF-Empfänger **150** ist die Leistungsdetektion als die RF-Eingabeleistung der Quelle **309** oder vor der Stufe I **159** und der Ausgangsleistungspegel des RF-Empfängers **150** an dem Ausgang der Stufe V **171** zu betrachten. Die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** kann die gemessene oder hergeleitete tatsächliche Verstärkung entsprechend erhalten oder empfangen. In einer Sendercharakterisierung ist die Verstärkungsmessung eine Sender-Messung mit offenem Regelkreis.

[0055] Der/die Operationsablauf/algorithmische Struktur **500** kann ferner, bei **540**, ein Aktualisieren der Verstärkungstabelle basierend auf der tatsächlichen Verstärkung umfassen. Das Aktualisieren der Verstärkungstabelle ist ausgebildet, den Zielverstärkungswert mit der tatsächlichen Verstärkung zu aktualisieren. Insbesondere kann die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** den tatsächlichen Verstärkungswert dem Vorspannungssteuerungs-Vektor zuordnen, der zum Konfigurieren der RF-Stufen für die Zielverstärkung verwendet wird.

[0056] Weitere detaillierte Prozeduren der RF-Verstärkungs-Charakterisierung entsprechen verschiedenen Ausführungsbeispielen im Hinblick auf **Fig. 3** und sind in den unten stehenden Beispielen 14-20 und einigen anderen Beispielen dargestellt.

BEISPIELHAFTE RAHMEN-, BAUTEIL- UND INFRASTRUKTUR-IMPLEMENTIERUNGEN

[0057] **Fig. 6** stellt schematisch ein beispielhaftes Blockdiagramm einer Architektur einer RF-Kette, eines RF-FE oder RF-Sendeempfängers **603** dar, die in einer drahtlosen Sendeempfänger-Vorrichtung **600** (im Folgenden „Vorrichtung 600“) implementiert ist, gemäß einem oder mehreren Ausführungsbeispielen. Die Vorrichtung **600** kann ein Smartphone sein (z. B. eine handgehaltene mobile Rechenvorrichtung mit Touchscreen, die mit einem oder mehreren zellulären Netzen verbunden sein kann), aber sie kann auch irgendwelche mobilen oder nicht-mobilen Rechenvorrichtungen umfassen, wie beispielsweise einen persönlichen Datenassis-

tenten (PDA; Personal Data Assistant), einen Pager, einen Laptop-Computer, einen Desktop-Computer, ein drahtloses Handgerät, eine Ausrüstung am Kundenstandort (CPE; Customer Premises Equipment), eine feste drahtlose Zugriffs- (FWA; Fixed Wireless Access) Vorrichtung, ein computergestütztes/autonomes Fahren- (CA/AD; computer-assisted/autonomous driving) Fahrzeug, ein Radarsystem davon, drahtlose Handgeräte, unbemannte Fahrzeuge oder Drohnen, ein im Fahrzeug montiertes Nutzerendgerät (UE; User Equipment) oder irgendeine Rechenvorrichtung, umfassend eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann der Sendeempfänger **600** ein Internet der Dinge- (IoT; Internet of Things) UE umfassen, das eine Netzwerkzugriffsschicht umfassen kann, die für IoT-Anwendungen mit niedriger Leistung entworfen ist, die kurzlebige UE-Verbindungen nutzen. Ein IoT-UE kann Technologien wie beispielsweise Schmalband-IoT (NB-IoT; narrowband IoT), Maschine-zu-Maschine (M2M; machine-to-machine) oder Machine-Type Communications (MTC) für den Datenaustausch mit einem/r MTC-Server oder -Vorrichtung über ein öffentliches terrestrisches Mobilfunknetz (PLMN; public land mobile network), Näherungsdienst (ProSe; Proximity-Based Service) oder Vorrichtung-zu-Vorrichtung- (D2D; device-to-device) Kommunikation, Sensornetzwerke oder IoT-Netzwerke nutzen. Der M2M- oder MTC-Datenaustausch kann ein maschineninitiierter Datenaustausch sein. Ein NB-IoT/MTC-Netzwerk beschreibt sich verbindende NB-IoT/MTC UEs, die eindeutig identifizierbare eingebettete Rechenvorrichtungen (innerhalb der Internet-Infrastruktur) umfassen können, mit kurzlebigen Verbindungen.

[0058] Die NB-IoT/MTC-UEs können Hintergrundanwendungen ausführen (z. B. Keep-Alive-Nachrichten, Statusaktualisierungen, standortbezogene Dienste usw.).

[0059] Die Vorrichtung **600** kann ein Zugriffsknoten (AN; Access Node) in einer/einem drahtlosen Kommunikation oder Netzwerk sein. Der AN kann als eine Basisstation (BS; base station), NodeB, entwickelter NodeB (eNB; evolved NodeB), eNB der nächsten Generation (ng-eNB; next-generation eNB), NodeB der nächsten Generation (gNB oder ng-gNB; next-generation NodeB), NG-RAN-Knoten, Zelle, Serving Cell, Nachbarzelle, Primärzelle (PCell; primary cell), Sekundärzelle (SCell; secondary cell), primäre SCell (PSCell) usw. bezeichnet werden und kann Bodenstationen (z. B. terrestrische Zugangspunkte) oder Satellitenstationen umfassen, die eine Abdeckung innerhalb eines geografischen Bereichs bereitstellen. Der AN kann der erste Kontaktpunkt für das UE sein. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann der AN verschiedene logische Funktionen erfüllen, umfassend, aber nicht beschränkt auf Funknetzwerksteuerung- (RNC; radio network controller) Funktionen, wie beispielsweise Funkträgerverwaltung, dynamische Uplink- und Downlink-Funkressourcenverwaltung und Datenpaketplanung und Mobilitätsverwaltung.

[0060] Die Vorrichtung **600** umfasst die Basisband-Verarbeitungs-Schaltungsanordnung **610**, gegebenenfalls die Zwischenfrequenz- (IF) Verarbeitungs-Schaltungsanordnung **615**, die RF-Verarbeitungs-Schaltungsanordnung **620**, ein Gruppenantennen-Anpassungsnetzwerk **625** und eine Gruppenantenne **630**. In dieser Offenbarung werden die IF-Verarbeitungs-Schaltungsanordnung **615** und die RF-Verarbeitungs-Schaltungsanordnung **620** zusammen als der RF-Sendeempfänger **603** bezeichnet.

[0061] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Basisband-Verarbeitungs-Schaltungsanordnung **610** mehrere parallele Basisbandketten umfassen. Die IF- und RF-Verarbeitungs-Schaltungsanordnungen **615** und **620** können mehrere parallele RF-Ketten oder Zweige umfassen, die einer oder mehreren Basisbandketten entsprechen. Eine Basisbandkette kann mit einer oder mehreren RF-Ketten verbunden sein und eine RF-Kette kann mit einer oder mehreren Basisbandketten verbunden sein, abhängig von verschiedenen UE-Architekturen. Jede RF-Kette oder Zweig kann mit einem Gruppenantennen-Anpassungsnetzwerk **625** gekoppelt sein, das mit einer oder mehreren Gruppenantennen **630** verbunden sein kann. Es wird darauf hingewiesen, dass „Basisbandkette“, „Basisbandzweig“ und „Basisbandport“ in dieser Anmeldung austauschbar verwendet werden.

[0062] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Vorrichtung **600** eine Protokollverarbeitungs-Schaltungsanordnung umfassen, die eine oder mehrere Instanzen von Steuerschaltungsanordnungen umfassen können, um Steuerfunktionen für die Basisband-Verarbeitungs-Schaltungsanordnung **610**, die IF-Verarbeitungs-Schaltungsanordnung **615**, die RF-Verarbeitungs-Schaltungsanordnung **620**, das Gruppenantennen-Speisungsnetzwerk **625** und die eine oder die mehreren Gruppenantennen **630** bereitzustellen.

[0063] Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Verstärkungskalibrierung **200**, umfassend die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** und die Konfigurations-Schaltungsanordnung **206**, als Teil des RF-Sendeempfängers **603** implementiert sein. Die Verstärkungskalibrierung **200** kann ein mit dem RF-Sendeempfänger **603** integriertes Modul sein. Bei einigen anderen Ausführungsbeispielen kann die Verstärkungskalibrierung **200** als Teil der Vorrichtung **600** implementiert sein und kommuniziert und steuert den RF-Sende-

empfänger, die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203** und die Konfigurations-Schaltungsanordnung **206** gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen im Hinblick auf die **Fig. 2-5**.

[0064] Fig. 7 stellt ein Beispiel einer Infrastrukturausrüstung **700** gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen dar. Die Infrastrukturausrüstung **700** (oder „System **700**“) kann als eine Basisstation, ein Funkkopf, ein Zugangsnetzknoten (z. B. die vorangehend gezeigten und beschriebenen (R)AN-Knoten und/oder AN), ein oder mehrere Server und/oder irgendein(e) andere(s) hierin erörterte(s) Element/Vorrichtung implementiert sein. Bei anderen Beispielen könnte das System **900** in oder durch ein UE, ein Radarsystem in einem CA/AD-Fahrzeug implementiert sein.

[0065] Das System **700** umfasst die Anwendungs-Schaltungsanordnung **705**, die Basisband-Schaltungsanordnung **710**, ein oder mehrere Funk-Front-End-Module (RFEMs; radio front end modules) **715**, die Speicherschaltungsanordnung **720**, die integrierte Leistungsmanagementschaltungsanordnung (PMIC; power management integrated circuitry) **725**, die Leistungs-T-Schaltungsanordnung **730**, die Netzwerksteuerungs-Schaltungsanordnung **735**, den Netzwerkschnittstellen-Verbinder **740**, die Positionierungs-Schaltungsanordnung **745** und die Benutzerschnittstelle **750**. Die RFEMs können auch als RFFE-Module bezeichnet werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann das System **700** zusätzliche Elemente wie beispielsweise eine(n) Speicher (memory)/Speicherungsvorrichtung (storage), eine Anzeige, eine Kamera, einen Sensor oder eine Eingangs-/Ausgangs- (I/O; Input/Output) Schnittstelle umfassen. Bei anderen Ausführungsbeispielen können die nachfolgend beschriebenen Komponenten in mehr als einer Vorrichtung umfasst sein. Zum Beispiel können die genannten Schaltungsanordnungen separat in mehr als einer Vorrichtung für CRAN, vBBU oder andere ähnliche Implementierungen umfasst sein.

[0066] Die Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** umfasst eine Schaltungsanordnung wie beispielsweise, aber nicht beschränkt auf einen oder mehrere Prozessoren (oder Prozessor-Kerne), Cache-Speicher, und einen oder mehrere von Reglern mit niedriger Abfallspannung (LDOs; low dropout voltage regulators), Unterbrechungssteuerungen, seriellen Schnittstellen, wie beispielsweise SPI, I^2C, oder ein universelles programmierbares serielles Schnittstellenmodul, Echtzeittaktgeber (RTC; real time clock), Zeitgeber-Zähler, die Intervall- und Überwachungszeitgeber umfassen, Allzweck-Eingang/Ausgang (I/O oder IO), Speicherkartensteuerungen, wie beispielsweise sichere digitale (SD; secure digital) multimediale Karte (MMC; MultiMediaCard) oder Ähnliche, universeller serieller Bus- (USB; universal serial bus) Schnittstellen, Mobilindustrieprozessorschnittstellen- (MIPI; mobile industry processor interface) Schnittstellen und Joint Test Access Group-(JTAG-) Testzugriffsports. Die Prozessoren (oder Kerne) der Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** können mit Speicher (memory)/Speicherungs- (storage) Elementen gekoppelt sein oder können dieselben umfassen und können konfiguriert sein, Anweisungen auszuführen, die in dem/r Speicher/Speicherungsvorrichtung gespeichert sind, um verschiedenen Anwendungen oder Betriebssystemen zu ermöglichen, auf dem System **700** zu laufen. Bei einigen Implementierungen können die Speicher-/Speicherungselemente eine chipintegrierte (on-chip) Speicherschaltungsanordnung sein, die irgendeinen geeigneten flüchtigen und/oder nichtflüchtigen Speicher, wie beispielsweise DRAM, SRAM, EPROM, EEPROM, Flash-Speicher, Festkörperspeicher (solid-state memory) und/oder irgendeine andere Art von Speichervorrichtungstechnologie, wie die hierin erörterten, umfassen kann.

[0067] Der eine oder die mehreren Prozessoren der Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** können beispielsweise einen oder mehrere Prozessorkerne (CPUs), einen oder mehrere Anwendungsprozessoren, eine oder mehrere Grafikverarbeitungseinheiten (GPUs; graphics processing units), einen oder mehrere Prozessoren mit reduziertem Befehlssatz (RISC; Reduced Instruction Set Computing), einen oder mehrere Acorn RISC Machine- (ARM) Prozessoren, einen oder mehrere Prozessoren mit komplexem Befehlssatz (CISC; Complex Instruction Set Computing), einen oder mehrere digitale Signalprozessoren (DSP; digital signal processor), ein oder mehrere FPGAs, eine oder mehrere PLDs, eine oder mehrere ASICs, einen oder mehrere Mikroprozessoren oder Steuerungen, oder irgendeine geeignete Kombination davon umfassen. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** einen/eine Spezialzweckprozessor/Steuerung umfassen oder ein solcher/eine solche sein, um gemäß den verschiedenen Ausführungsbeispielen hierin zu arbeiten. Als Beispiele können der eine oder die mehreren Prozessoren der Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** einen oder mehrere Intel Pentium®, Core® oder Xeon® Prozessoren; einen oder mehrere Advanced Micro Devices (AMD) Ryzen® Prozessoren, Accelerated Processing Units (APUs; beschleunigte Verarbeitungseinheiten) oder Epyc® Prozessoren; einen oder mehrere ARM-basierte Prozessoren, lizenziert von ARM Holdings, Ltd., wie beispielsweise die ARM Cortex-A-Prozessorenfamilie und ThunderX2®, bereitgestellt durch Cavium™, Inc.; einen MIPS-basierten Entwurf von MIPS Technologies, Inc., wie beispielsweise MIPS Warrior P-Klasse-Prozessoren; und/oder Ähnliches umfassen. Bei einigen Ausführungsbeispielen verwendet das System **700** möglicherweise nicht die Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** und umfasst stattdessen

möglicherweise einen/eine Spezialzweckprozessor/-Steuerung zum Verarbeiten von IP-Daten, die z. B. von einem EPC oder 5GC empfangen wurden.

[0068] Bei einigen Implementierungen kann die Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** einen oder mehrere Hardware-Beschleuniger umfassen, die Mikroprozessoren, programmierbare Verarbeitungsvorrichtungen oder ähnliches sein können. Der eine oder die mehreren Hardware-Beschleuniger können z. B. Computervision (CV) und/oder Deep Learning- (DL) Beschleuniger umfassen. Als Beispiele können die programmierbaren Verarbeitungsvorrichtungen ein oder mehrere feldprogrammierbare Vorrichtungen (FPDs; Field-Programmable Devices) wie beispielsweise feldprogrammierbare Gate-Arrays (FPGAs; field-programmable gate arrays) und Ähnliches; programmierbare Logikvorrichtungen (PLDs; programmable logic devices) wie beispielsweise komplexe PLDs (CPLDs; complex PLDs), PLDs mit hoher Kapazität (HCPLDs; high-capacity PLDs) und Ähnliches; ASICs wie beispielsweise strukturierte ASICs und Ähnliches; programmierbare SoCs (PSoCs; programmable SoCs); und Ähnliches sein. Bei solchen Implementierungen kann die Schaltungsanordnung der Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** Logikblöcke oder eine Logikstruktur und andere verbundene Ressourcen umfassen, die programmiert sein können, um verschiedene Funktionen ausführen, wie beispielsweise die Prozeduren, Verfahren, Funktionen usw. der verschiedenen hierin erörterten Ausführungsbeispiele. Bei solchen Ausführungsbeispielen kann die Schaltungsanordnung der Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** Speicherzellen (z. B. löschbaren, programmierbaren Nur-Lese-Speicher (EPROM; Erasable Programmable Read-Only Memory), elektrisch löschbaren, programmierbaren Nur-Lese-Speicher (EEPROM; Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), Flash-Speicher, statischen Speicher (z. B. statischen Direktzugriffsspeicher (SRAM; Static Random Access Memory), Antifuses (Anti-Sicherungen) usw.) umfassen, die verwendet werden, um Logikblöcke, Logikstruktur, Daten usw. in Nachschlagtabellen (LUTs) und Ähnlichem zu speichern.

[0069] Bei einigen Implementierungen, wie beispielsweise Implementierungen, bei denen Teilsysteme des RF-Sendeempfängers **603** und/oder die Verstärkungskalibrierung **200** aus den **Fig. 2-5** (z. B. Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung **203**, Konfigurations-Schaltungsanordnung **206** oder andere ähnliche Teilsysteme/Komponenten) einzelne Software-Agenten oder KI-Agenten sind, ist jeder Agent in einem entsprechenden Hardware-Beschleuniger implementiert, die mit einem oder mehreren entsprechenden Bitströmen oder Logikblöcken konfiguriert sind, um die jeweiligen Funktionen derselben auszuführen. Bei diesen Implementierungen können ein oder mehrere Prozessoren und/oder Hardwarebeschleuniger der Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** spezifisch auf das Betreiben der Agenten und/oder auf die Funktionalität des maschinellen Lernens zugeschnitten sein, wie beispielsweise ein Cluster von KI-GPUs, Tensor Processing Units (TPUs; Tensor-Verarbeitungseinheiten), entwickelt von Google® Inc., ein Real AI Processor (RAPs™), bereitgestellt durch AlphaICs®, Nervana™ Neuronales-Netz-Prozessoren (NNPs; Neural Network Processors), bereitgestellt durch Intel® Corp., Intel® Movidius™ Myriad™ X Vision Processing Unit (VPU), NVIDIA® PX™-basierte GPUs, der NM500-Chip, bereitgestellt durch General Vision®, Hardware 3, bereitgestellt durch Tesla®, Inc., ein Epiphany™-basierter Prozessor, bereitgestellt durch Adapteva®, oder Ähnliches. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann der Hardware-Beschleuniger als ein KI-beschleunigender Co-Prozessor implementiert sein, wie beispielsweise der Hexagon **685** DSP, bereitgestellt durch Qualcomm®, der PowerVR 2NX Neural Net Accelerator (NNA; Neuronales-Netz-Beschleuniger), bereitgestellt durch Imagination Technologies Limited®, der Neural Engine Core (neuronaler Maschinenkern) innerhalb des Apple® A11 oder A12 Bionic SoC, die neuronale Verarbeitungseinheit (Neural Processing Unit) innerhalb des HiSilicon Kirin **970**, bereitgestellt durch Huawei®, und/oder Ähnliches.

[0070] Die Basisband-Schaltungsanordnung **710** kann zum Beispiel als ein gelötetes Substrat, umfassend eine oder mehrere integrierte Schaltungen, eine einzelne gepackagte integrierte Schaltung, die auf eine Hauptschaltungsplatine gelötet ist, oder ein Multi-Chipmodul, umfassend zwei oder mehr integrierte Schaltungen, implementiert sein. Die Basisband-Schaltungsanordnung **710** umfasst eine oder mehrere Verarbeitungsvorrichtungen (z. B. Basisbandprozessoren), um verschiedene Protokoll- und Funksteuerungsfunktionen auszuführen. Die Basisband-Schaltungsanordnung **710** kann mit der Anwendungs-Schaltungsanordnung des Systems **700** zur Erzeugung und Verarbeitung der Basisbandsignale und für Steueroperationen der RFEMs **715** eine Schnittstelle bilden. Die Basisband-Schaltungsanordnung **710** kann verschiedene Funksteuerungsfunktionen handhaben, die eine Kommunikation mit einem oder mehreren Funknetzen über die RFEMs **715** ermöglicht. Die Basisband-Schaltungsanordnung **710** kann eine Schaltungsanordnung wie beispielsweise, aber nicht beschränkt auf einen oder mehrere Einzelkern- oder Multikern-Prozessoren (z. B. einen oder mehrere Basisbandprozessoren) oder eine Steuerlogik umfassen, um Basisbandsignale zu verarbeiten, die von einem Empfangssignalpfad der RFEMs **715** empfangen werden, und um Basisbandsignale zu erzeugen, die den RFEMs **715** über einen Sendesignalpfad bereitgestellt werden sollen. Bei verschiedenen Ausführungsbeispielen kann die Basisband-Schaltungsanordnung **710** ein Echtzeit-OS (RTOS; real-time OS) implementieren, um Ressourcen der Basisband-Schaltungsanordnung **710** zu verwalten, Aufgaben zu planen usw. Beispiele für

das RTOS können umfassen Operating System Embedded (OSE)™, bereitgestellt durch Enea®, Nucleus RTOS™, bereitgestellt durch Mentor Graphics®, Versatile Real-Time Executive (VRTX), bereitgestellt durch Mentor Graphics®, ThreadX™, bereitgestellt durch Express Logic®, FreeRTOS, REX OS, bereitgestellt durch Qualcomm®, OKL4, bereitgestellt durch Open Kernel (OK) Labs®, oder irgendein anderes geeignetes RTOS, wie beispielsweise die hierin erörterten.

[0071] Obwohl durch **Fig. 9** nicht gezeigt, umfasst bei einem Ausführungsbeispiel die Basisband-Schaltungsanordnung **710** eine oder mehrere einzelne Verarbeitungsvorrichtungen zum Betreiben eines oder mehrerer drahtloser Kommunikationsprotokolle (z. B. einen „Multi-Protokoll-Basisband-Prozessor“ oder eine „Protokollverarbeitungs-Schaltungsanordnung“) und eine oder mehrere einzelne Verarbeitungsvorrichtungen zur Implementierung von Funktionen der Physical Layer (PHY). Bei diesem Ausführungsbeispiel betreibt oder implementiert die Protokollverarbeitungs-Schaltungsanordnung verschiedene Protokollschichten/Entitäten eines oder mehrerer drahtloser Kommunikationsprotokolle. Bei einem ersten Beispiel kann die Protokollverarbeitungs-Schaltungsanordnung Long Term Evolution- (LTE) Protokoll-Entitäten und/oder Fünfte Generation- (5G)/New Radio- (NR) Protokoll-Entitäten betreiben, wenn die RFEMs **715** zellulare Radiofrequenz-Kommunikationssysteme sind, wie beispielsweise eine mmW-Kommunikations-Schaltungsanordnung oder eine andere geeignete zellulare Kommunikations-Schaltungsanordnung. Bei dem ersten Beispiel würde die Protokollverarbeitungs-Schaltungsanordnung Medium Access Control (MAC; Medienzugriffssteuerung), Radio Link Control (RLC; Funkverbindungssteuerung), Packet Data Convergence Protocol (PDCP; Paketdatenkonvergenzprotokoll), Service Data Adaptation Protocol (SDAP; Servicedatenanpassungsprotokoll), Radio Resource Control (RRC; Funkressourcensteuerung) und Non-Access Stratum (NAS; Nichtzugriffsstratum) -Funktionen ausführen. Bei einem zweiten Beispiel kann die Protokollverarbeitungs-Schaltungsanordnung ein oder mehrere IEEE-basierte Protokolle betreiben, wenn die RFEMs **715** ein WiFi-Kommunikationssystem sind. Bei dem zweiten Beispiel würde die Protokollverarbeitungs-Schaltungsanordnung WiFi-MAC- und Logical Link Control- (LLC) Funktionen betreiben. Die Protokollverarbeitungs-Schaltungsanordnung kann eine oder mehrere Speicherstrukturen (nicht gezeigt) zur Speicherung von Programmcode und Daten zum Betreiben der Protokollfunktionen sowie einen oder mehrere Verarbeitungskerne (nicht gezeigt) zur Ausführung des Programmcodes und zur Ausführung verschiedener Operationen unter Verwendung der Daten umfassen. Die Protokollverarbeitungs-Schaltungsanordnung stellt Steuerfunktionen für die Basisband-Schaltungsanordnung **710** und/oder die RFEMs **715** bereit. Die Basisband-Schaltungsanordnung **710** kann auch Funkkommunikation für mehr als ein drahtloses Protokoll unterstützen.

[0072] Fortfahrend mit dem vorangehend erwähnten Ausführungsbeispiel umfasst die Basisband-Schaltungsanordnung **710** eine oder mehrere einzelne Verarbeitungsvorrichtungen, um PHY, umfassend Funktionen einer hybriden automatischen Wiederholungsanfrage (HARQ; Hybrid Automatic Repeat Request), Verwürfelung und/oder Entwürfelung, Kodieren und/oder Dekodieren, Schichtabbilden und/oder -rückabbilden, Modulationssymbolabbilden, Bestimmung eines empfangenen Symbols und/oder einer Bitmetrik, Mehrantennenport-Vorkodieren und/oder -dekodieren, das eines oder mehrere von einem Raum-Zeit-, Raum-Frequenz- oder Raumkodieren umfasst, Referenzsignalerzeugung und/oder Erfassung, Präambelsequenzerzeugung und/oder -dekodieren, Synchronisationssequenzerzeugung und/oder -erfassung, Steuerkanalblindsignaldekodieren, Radiofrequenzverschiebung und andere verwandte Funktionen etc. zu implementieren. Die Modulations-/Demodulation-Funktionalität kann Fast-Fourier-Transformation (FFT), Vorkodierung oder Konstellationsabbildungs-/Rückabbildungsfunktionalität umfassen. Die Kodierungs-/Dekodierungsfunktionalität kann Faltung (convolution), Tail-Biting Convolution, Turbo, Viterbi oder Low Density Parity Check (LDPC, Niedrigdichteparitätsprüfung) -Kodierung umfassen. Ausführungsbeispiele der Modulation/Demodulation und Codierer/Decodierer-Funktionalität sind nicht auf diese Beispiele beschränkt und können andere geeignete Funktionalität bei anderen Ausführungsbeispielen umfassen.

[0073] Die Benutzerschnittstellen-Schaltungsanordnung **750** kann eine oder mehrere Benutzerschnittstellen umfassen, die entworfen sind, um die Benutzerinteraktion mit dem System **700** oder Peripheriekomponenten-Schnittstellen zu ermöglichen, die entworfen sind, um die Interaktion von Peripheriekomponenten mit dem System **700** zu ermöglichen. Benutzerschnittstellen können einen oder mehrere physische oder virtuelle Knöpfe (z. B. einen Reset-Knopf), einen oder mehrere Indikatoren (z. B. Leuchtdioden (LEDs; light emitting diodes)), eine physische Tastatur oder ein Tastenfeld, eine Maus, ein Touchpad, einen Touchscreen, Lautsprecher oder andere tonabgebende Vorrichtungen, Mikrofone, einen Drucker, einen Scanner, ein Headset, einen Anzeige-Bildschirm oder eine Anzeigevorrichtung usw. umfassen, sind aber nicht darauf beschränkt. Peripheriekomponenten-Schnittstellen können einen nichtflüchtigen Speicherport, einen Universeller Serieller Bus- (USB) Port, eine Audiobuchse, eine Leistungsversorgungsschnittstelle usw. umfassen, sind aber nicht darauf beschränkt.

[0074] Die Funk-Front-End-Module (RFEMs; radio front end modules) **715** können ein mmW-RFEM und eine oder mehrere Sub-mmW- integrierte Radiofrequenz-Schaltungen (Radio Frequency Integrated Circuits) umfassen. Bei einigen Implementierungen können die eine oder die mehreren Sub-mmW-RFICs physisch von dem mmW-RFEM getrennt sein. Die RFICs können Verbindungen zu einer oder mehreren Antennen oder Gruppenantennen umfassen, und das RFEM kann mit mehreren Antennen verbunden sein. Bei alternativen Implementierungen können sowohl mm-Wellen- als auch Sub-mmW-Funkfunktionen in demselben physischen RFEM **715** implementiert sein, das sowohl mm-Wellen-Antennen als auch Sub-mmW einbringt. Die Gruppenantenne umfasst ein oder mehrere Antennenelemente, von denen jedes konfiguriert, um elektrische Signale in Funkwellen umzuwandeln, die die Luft durchqueren, und empfangene Funkwellen in elektrische Signale umzuwandeln. Zum Beispiel werden digitale Basisbandsignale, die durch die Basisband-Schaltungsanordnung **710** bereitgestellt werden, in analoge RF-Signale (z. B. modulierte Wellenform) umgewandelt, die verstärkt und über die Antennenelemente der Gruppenantenne, umfassend ein oder mehrere Antennenelementen (nicht gezeigt) übertragen werden. Die Antennenelemente können omnidirektional, direktional oder eine Kombination davon sein. Die Antennenelemente können in einer Vielzahl von Anordnungen gebildet sein, wie sie hierin bekannt sind und/oder erörtert werden. Die Gruppenantenne kann Mikrostreifenantennen oder gedruckte Antennen umfassen, die auf der Oberfläche einer oder mehrerer gedruckter Schaltungsplatinen hergestellt werden. Die Gruppenantenne kann als ein Patch aus Metallfolie (z. B. eine Patch-Antenne) in einer Vielzahl von Formen gebildet sein und kann mit der RF-Schaltungsanordnung unter Verwendung von Metallübertragungsleitungen oder Ähnlichem gekoppelt sein.

[0075] Die Speicherschaltungsanordnung **720** kann eines oder mehrere aus flüchtigem Speicher, umfassend einen dynamischen Direktzugriffspeicher (DRAM; dynamic random access memory) und/oder einen synchronen dynamischen Direktzugriffspeicher (SDRAM; synchronous dynamic random access memory), und nichtflüchtigem Speicher (NVM; nonvolatile memory), umfassend einen elektrisch löschbaren Hochgeschwindigkeitsspeicher (allgemein als Flash-Speicher bekannt), einen Phasenänderungs-Direktzugriffspeicher (PRAM; phase change random access memory), einen magneto-resistiven Direktzugriffspeicher (MRAM; magnetoresistive random access memory) usw. umfassen, und kann die dreidimensionalen (3D) Kreuzpunkt- (XPOINT) Speicher von Intel® und Micron® einbringen. Die Speicherschaltungsanordnung **720** kann als eines oder mehrere aus gelöteten gepackagten integrierten Schaltungen, gesockelten Speichermodulen und Steckspeicherkarten implementiert sein. Die Speicherschaltungsanordnung **720** kann konfiguriert sein, um die Verstärkungstabelle, einen oder mehrere vorbestimmte Sätze von Vorspannungssteuerungs-Vektoren, wie in den **Fig. 2-5** dargestellt, in Form von Software-, Firmware- oder Hardware-Befehlen zur Implementierung der hierin beschriebenen Techniken zu speichern. Die Rechenlogik oder Module, die der Verstärkungskalibrierung **200** entsprechen, können unter Verwendung einer geeigneten Programmiersprache oder Entwicklungswerkzeugen entwickelt werden, wie beispielsweise irgendeiner/s hierin erörterten Programmiersprache oder Entwicklungswerkzeugs. Die Rechenlogik kann eingesetzt werden, um Arbeitskopien und/oder permanente Kopien von Programmieranweisungen für den Betrieb verschiedener Komponenten von Anwendungsinfrastrukturausrüstung **700**, eines Betriebssystems der Infrastrukturausrüstung **700**, einer oder mehrerer Anwendungen, und/oder für die Ausführung der hierin erörterten Ausführungsbeispiele (wie beispielsweise eine oder mehrere durch die **Fig. 2-5** dargestellten Operationen und/oder Ähnliches) zu speichern. Die Rechenlogik kann in der Speicherschaltungsanordnung **720** als Anweisungen zur Ausführung durch die Prozessoren der Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** gespeichert oder in dieselbe geladen werden, um die hierin beschriebenen Funktionen bereitzustellen oder auszuführen. Die verschiedenen Elemente können durch Assembler-Anweisungen implementiert sein, die durch Prozessoren der Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** oder Hochsprachen unterstützt werden, die in solche Anweisungen kompiliert sein können. Die permanente Kopie der Programmieranweisungen kann in Dauerspeicherungsvorrichtungen der Speicherschaltungsanordnung **720** platziert werden, im Werk während der Herstellung oder im praktischen Einsatz, z. B. durch ein Verteilungsmedium (nicht gezeigt), durch eine Kommunikationsschnittstelle (z. B. von einem Verteilungsserver) und/oder Über-die-Luft (OTA; over-the-air).

[0076] Die PMIC kann Spannungsregler, Überspannungsschutzeinrichtungen, Leistungsalarm-Detektions-Schaltungsanordnungen und eine oder mehrere Backup-Leistungsquellen, wie beispielsweise eine Batterie oder einen Kondensator, umfassen. Die Leistungsalarm-Detektions-Schaltungsanordnung kann einen oder mehrere Brownout- (Unterspannungs-) und Surge- (Überspannungs-) Zustände detektieren. Die Leistungs-T-Schaltungsanordnung **730** kann eine elektrische Leistung sorgen, die aus einem Netzwerkkabel entnommen bereitstellen, um der Infrastrukturausrüstung **700** sowohl eine Leistungsversorgung als auch eine Datenkonnektivität unter Verwendung eines einzigen Kabels bereitzustellen.

[0077] Die Netzwerksteuerungs-Schaltungsanordnung **735** stellt Konnektivität zu einem Netzwerk unter Verwendung eines Standard-Netzwerkschnittstellenprotokolls wie beispielsweise Ethernet, Ethernet über GRE-

Tunnel, Ethernet über Multiprotocol Label Switching (MPLS) oder eines anderen geeigneten Protokolls, wie beispielsweise den hierin erörterten, bereit. Die Netzwerkkonnektivität kann an die/von der Infrastrukturausrüstung **700** über den Netzwerkschnittstellenverbinder **740** unter Verwendung einer physischen Verbindung, die elektrisch (allgemein als eine „Kupferverbindung“ bezeichnet), optisch oder drahtlos sein kann, bereitgestellt werden. Die Netzwerksteuerungs-Schaltungsanordnung **735** kann einen oder mehrere dedizierte Prozessoren und/oder FPGAs für die Kommunikation unter Verwendung eines oder mehrerer der vorangehend erwähnten Protokolle umfassen. Bei einigen Implementierungen kann die Netzwerksteuerungs-Schaltungsanordnung **735** mehrere Steuerungen umfassen, um Konnektivität mit anderen Netzwerken bereitzustellen, unter Verwendung des gleichen oder anderer Protokolle. Bei verschiedenen Ausführungsbeispielen ermöglicht die Netzwerksteuerungs-Schaltungsanordnung **735** die Kommunikation mit zugeordneter Ausrüstung und/oder mit einem Backend-System, die über eine geeignete Gateway-Vorrichtung erfolgen kann.

[0078] Die Positionierungs-Schaltungsanordnung **745** umfasst eine Schaltungsanordnung zum Empfangen und zum Dekodieren von Signalen, die durch ein Positionierungsnetzwerk eines globalen Navigationssatellitensystems (GNSS; global navigation satellite system) übertragen/rundgesendet werden. Beispiele für Navigationssatellitenkonstellationen (oder GNSS) umfassen das globale Positionierungssystem (GPS; Global Positioning System) der Vereinigten Staaten, Russlands globales Navigationssystem (GLONASS; Global Navigation System), das Galileo-System der Europäischen Union, Chinas BeiDou-Navigationssatellitensystem, ein regionales Navigationssystem oder GNSS-Erweiterungssystem (z. B. Navigation with Indian Constellation (NAVIC; Navigation mit indischer Konstellation), Japans Quasi-Zenit-Satelliten-System (QZSS; Quasi-Zenith Satellite System), Frankreichs Doppler Orbitography and Radio-positioning Integrated by Satellite (DO-RIS), usw.), oder Ähnliches. Die Positionierungs-Schaltungsanordnung **745** umfasst verschiedene Hardware-Elemente (z. B. umfassend Hardware-Vorrichtungen wie beispielsweise Schalter, Filter, Verstärker, Antennenelemente und Ähnliches zur Erleichterung von OTA-Kommunikation) zur Kommunikation mit Komponenten eines Positionierungsnetzes, wie beispielsweise Navigationssatelliten-Konstellations-Knoten. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann die Positionierungs-Schaltungsanordnung **745** eine Micro-Technology for Positioning, Navigation, and Timing (Micro-PNT; Mikrotechnologie für Positionierung, Navigation und Zeitgebung) -IC umfassen, die eine Master-Timing-Clock verwendet, um Positionsverfolgung/Schätzung ohne GNSS-Unterstützung auszuführen. Die Positionierungs-Schaltungsanordnung **745** kann auch Teil der Basisband-Schaltungsanordnung **710** und/oder RFEMs **715** sein oder mit denselben interagieren, um mit den Knoten und Komponenten des Positionierungsnetzes zu kommunizieren. Die Positionierungs-Schaltungsanordnung **745** kann auch Positionsdaten und/oder Zeitdaten an die Anwendungs-Schaltungsanordnung **705** bereitstellen, die die Daten zur Synchronisierung von Operationen mit verschiedener anderer Infrastrukturausrüstung oder Ähnlichem verwenden kann.

[0079] Die durch **Fig. 9** gezeigten Komponenten können unter Verwendung einer Schnittstellenschaltungsanordnung miteinander kommunizieren, die irgendeine Anzahl von Bus- und/oder Verbindungs (IX; interconnect) Technologien umfassen kann, wie beispielsweise Industry Standard Architecture (ISA), Extended ISA (EISA), I^2C (inter-integrated circuit), eine serielle Peripherie-Schnittstelle (SPI; serial peripheral interface), Punkt-zu-Punkt-Schnittstellen, einen Leistungsverwaltungs-Bus (PMBus; power management bus), Peripheral Component Interconnect (PCI), PCI Express (PCIe), Intel® Ultra Path Interface (UPI), Intel® Accelerator Link (IAL), Common Application Programming Interface (CAPI; gemeinsame Anwendungs-Programmierungs-Schnittstelle), Intel® QuickPath Interconnect (QPI), Ultra Path Interconnect (UPI), Intel® Omni-Path Architecture (OPA) IX, RapidIO™ system IXs, Cache Coherent Interconnect for Accelerators (CCIA), Gen-Z Consortium IXs, Open Coherent Accelerator Processor Interface (OpenCAPI) IX, eine HyperTransport-Verbindung und/oder irgendeine beliebige Anzahl anderer IX-Technologien. Die IX-Technologie kann zum Beispiel ein proprietärer Bus sein, der in einem SoC-basierten System verwendet wird.

BEISPIELE

[0080] Einige nicht einschränkende Beispiele sind wie folgt. Die folgenden Beispiele beziehen sich auf weitere Ausführungsbeispiele, und Spezifika in den Beispielen können irgendwo in einem oder mehreren vorangehend erörterten Ausführungsbeispielen verwendet werden. Irgendeines der folgenden Beispiele kann mit irgendeinem anderen Beispiel oder irgendeinem hierin erörterten Ausführungsbeispiel kombiniert werden.

[0081] Beispiel 1 umfasst eine Vorrichtung zum Senden oder Empfangen von Signalen, die Vorrichtung umfassend: ein Radiofrequenz- (RF) Front-End- (FE) Modul; eine Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung, angeordnet, um einen Vorspannungssteuerungs-Vektor aus einem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren auszuwählen, die entsprechenden Verstärkungswerten zugeordnet sind, basierend zumindest teilweise auf einer Zielverstärkung des RFFE-Moduls; und eine Konfigurationsschaltungsanordnung, kommunikativ gekoppelt mit dem RFFE-Modul und der Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung, angeordnet, um einzelne

aktive RF-Stufen des RFFE-Moduls mit dem ausgewählten Vorspannungssteuerungs-Vektor zu konfigurieren; wobei der Vorspannungssteuerungs-Vektor einen Satz von Steuerwerten umfasst, und jeder Steuerwert des Satzes von Steuerwerten ausgebildet ist, eine entsprechende aktive RF-Stufe der aktiven RF-Stufen des RF-FE-Moduls zu konfigurieren, und die Zielverstärkung einer Verstärkung des RFFE-Moduls entspricht, die das RFFE-Modul im Hinblick auf eine RFFE-Basislinien-Temperatur und eine RFFE-Basislinien-Betriebsfrequenz bestimmt ist bereitzustellen.

[0082] Beispiel 2 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das RFFE-Modul eine oder mehrere RF-Senderketten und eine oder mehrere RF-Empfängerketten umfasst und die aktiven RF-Stufen Mischer und Verstärker umfassen.

[0083] Beispiel 3 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei der Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren eine Mehrzahl von Vorspannungssteuerungs-Vektoren umfasst, wobei jeder Vorspannungssteuerungs-Vektor ausgebildet ist, das RFFE-Modul zu konfigurieren, um eine Verstärkung des RFFE-Moduls bei einer RFFE-Temperatur und einer RFFE-Betriebsfrequenz bereitzustellen, wobei ferner jeder Vorspannungssteuerungs-Vektor basierend zumindest teilweise auf der Rauschzahl (NF) und Linearität des RFFE-Moduls bestimmt ist.

[0084] Beispiel 4 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei zum Bestimmen des Vorspannungssteuerungs-Vektors die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist zum: Bestimmen der Zielverstärkung des RFFE-Moduls; Bestimmen einer gemessenen Verstärkung des RFFE-Moduls basierend auf einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis; Bestimmen eines Verstärkungsfehlers zwischen der gemessenen Verstärkung und der Zielverstärkung; Bestimmen einer konfigurierten Verstärkung zum Kompensieren des Verstärkungsfehlers basierend auf dem Verstärkungsfehler und der Zielverstärkung; und Auswählen, basierend auf der konfigurierten Verstärkung, des Vorspannungssteuerungs-Vektors aus dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren.

[0085] Beispiel 4.1 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei zum Bestimmen des Vorspannungssteuerungs-Vektors die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist zum: Bestimmen der Zielverstärkung des RFFE-Moduls; Messen einer tatsächlichen Verstärkung des RFFE-Moduls basierend auf einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis; Bestimmen eines Verstärkungsfehlers basierend auf der gemessenen tatsächlichen Verstärkung und der Zielverstärkung; Bestimmen einer konfigurierten Verstärkung zum Kompensieren des Verstärkungsfehlers basierend auf dem Verstärkungsfehler und der Zielverstärkung; und Auswählen, basierend auf der konfigurierten Verstärkung, des Vorspannungssteuerungs-Vektors aus dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren.

[0086] Beispiel 4.2 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 4.1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Messen einer tatsächlichen Verstärkung des RFFE-Moduls basierend auf einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis ausgebildet ist, einen Ausgangsleistungspegel eines RF-Sendesignals durch einen ersten Leistungsdetektor zu messen; einen Eingangsleistungspegel eines Sende-Basisbandsignals durch einen zweiten Leistungsdetektor zu messen; und die gemessene Verstärkung basierend auf dem gemessenen Eingangsleistungspegel und dem gemessenen Ausgangsleistungspegel herzuleiten.

[0087] Beispiel 4.3 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 4.2 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das RFFE-Modul im Hinblick auf die eine oder die mehreren RF-Senderketten arbeitet.

[0088] Beispiel 4.4 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 4.1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Messen einer tatsächlichen Verstärkung des RFFE-Moduls basierend auf einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis ausgebildet ist, einen Ausgangsleistungspegel eines verarbeiteten Basisbandsignals durch einen ersten Leistungsdetektor zu messen; einen Eingangsleistungspegel eines empfangenen RF-Signals durch einen zweiten Leistungsdetektor zu messen; und die gemessene Verstärkung basierend auf dem gemessenen Eingangsleistungspegel und dem gemessenen Ausgangsleistungspegel herzuleiten.

[0089] Beispiel 4.5 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 4.4 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das RFFE-Modul im Hinblick auf die eine oder die mehreren RF-Empfängerketten arbeitet.

[0090] Beispiel 5 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei zum Bestimmen des Vorspannungssteuerungs-Vektors die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist zum Bestimmen der Zielverstärkung des RFFE-Moduls; Bestimmen einer gemes-

senen RFFE-Temperatur basierend auf einer thermischen Messung des RFFE-Moduls; Bestimmen einer ersten Verschiebungsverstärkung basierend auf der gemessenen RFFE-Temperatur gemäß einer Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Temperatur; Bestimmen einer konfigurierten Verstärkung basierend auf der Zielverstärkung und der ersten Verschiebungsverstärkung; und Auswählen, basierend auf der konfigurierten Verstärkung, des Vorspannungssteuerungs-Vektors aus dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren.

[0091] Beispiel 5.1 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 5 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Temperatur einen Satz von Verstärkungsverschiebungswerten umfasst, die einem Satz von Temperaturänderungen entsprechen.

[0092] Beispiel 5.2 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 5 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Verstärkung-Verschiebung-Tabelle vorbestimmt ist oder durch RF-Verstärkungsmessungen erzeugt wird, die Temperaturänderungen entsprechen, wobei ferner die RF-Verstärkungsmessungen wie in Beispiel 4.2 beschrieben sind.

[0093] Beispiel 6 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 5 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei zum Bestimmen der ersten Verschiebungsverstärkung die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist zum Bestimmen einer Temperaturverschiebung zwischen der gemessenen RFFE-Temperatur und der RFFE-Basis-Temperatur, wobei die RFFE-Basislinien-Temperatur eine Raumtemperatur ist; und Bestimmen der ersten Verstärkungsverschiebung basierend auf der Temperaturverschiebung gemäß der Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Temperatur.

[0094] Beispiel 7 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 5 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die thermische Messung ausgebildet ist, das RFFE-Modul an einer oder mehreren Stellen des RFFE-Moduls über einen oder mehrere thermische Sensoren zu messen.

[0095] Beispiel 8 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 5 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ferner ausgebildet ist zum Bestimmen einer RFFE-Betriebsfrequenz basierend auf einer Operation des RFFE-Moduls; Bestimmen einer zweiten Verschiebungsverstärkung basierend auf der bestimmten RFFE-Betriebsfrequenz gemäß einer Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Frequenz; Bestimmen der konfigurierten Verstärkung basierend auf der Zielverstärkung und einer Summe aus der ersten Verschiebungsverstärkung und der zweiten Verschiebungsverstärkung.

[0096] Beispiel 9 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 8 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei zum Bestimmen der zweiten Verschiebungsverstärkung die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist zum Bestimmen einer Frequenzverschiebung zwischen der RFFE-Betriebsfrequenz und der RFFE-Basis-Betriebsfrequenz, wobei die RFFE-Basis-Betriebsfrequenz vorbestimmt ist; und Bestimmen der zweiten Verstärkungsverschiebung basierend auf der Frequenzverschiebung gemäß der Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Frequenz.

[0097] Beispiel 10 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 8 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Verstärkung-Verschiebung-Tabelle und die Frequenz-Verschiebung-Tabelle basierend auf RFFE-Modul-Verhalten im Hinblick auf RFFE-Temperaturen und Betriebsfrequenzen vorbestimmt sind.

[0098] Beispiel 11 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Zielverstärkung des RFFE-Moduls einem Verstärkungswert entspricht, der in einem Bereich von einem minimalen Verstärkungswert bis zu einem maximalen Verstärkungswert liegt, und der Bereich eine Mehrzahl von Verstärkungswerten mit einem konstanten Inkrement von dem minimalen Verstärkungswert bis zu dem maximalen Verstärkungswert umfasst.

[0099] Beispiel 12 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ferner ausgebildet ist, jeden Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren für die entsprechende RF-Kette zu charakterisieren.

[0100] Beispiel 13 umfasst die Vorrichtung gemäß den Beispielen 10-11 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Vorrichtung ein Millimeterwellen- (mmW) Sendeempfänger zur Fahrzeugradarerfassung ist und das RFFE-Modul konfiguriert ist zum Senden oder Empfangen von RF-Signalen in mmW.

[0101] Beispiel 14 umfasst eine Vorrichtung zur Charakterisierung eines RF-Senders oder -Empfängers, die Vorrichtung umfassend: eine Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung, die angeordnet ist, um einen Vorspannungssteuerungs-Vektor basierend auf einer Zielverstärkung eines RF-Senders oder -Empfängers des Sendeempfängers gemäß einer Verstärkungstabelle einer Mehrzahl von RF-Verstärkungswerten des RF-Senders oder -Empfängers zu bestimmen, die jeweiligen Vorspannungssteuerungs-Vektoren zugeordnet sind; eine gemessene tatsächliche Verstärkung des RF-Senders oder -Empfängers basierend auf einer Messung des konfigurierten RF-Senders oder -Empfängers zu bestimmen; und die Verstärkungstabelle basierend auf der tatsächlichen Verstärkung zu aktualisieren; und eine Konfigurationsschaltungsanordnung, die angeordnet ist, um aktive RF-Komponenten des RF-Senders oder -Empfängers mit dem Vorspannungssteuerungs-Vektor zu konfigurieren, wobei der Vorspannungssteuerungs-Vektor einen Satz von Steuerwerten umfasst, wobei jeder Steuerwert ausgebildet ist, eine entsprechende aktive RF-Komponente der aktiven RF-Komponenten des mindestens einen RF-Senders oder -Empfängers zu konfigurieren.

[0102] Beispiel 15 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 14 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei zur Aktualisierung der Verstärkungstabelle die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist, den Zielverstärkungswert mit der tatsächlichen Verstärkung zu aktualisieren.

[0103] Beispiel 16 umfasst die Vorrichtung gemäß Beispiel 14 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Bestimmen, Konfigurieren, Messen und Aktualisieren lokal während des Einschaltens oder Resets des Radarsystems ausgeführt werden.

[0104] Beispiel 17 umfasst ein computerlesbares Medium, umfassend Anweisungen, um einen RF-Sender oder -Empfänger zu veranlassen zum: Empfangen jeweiliger gemessener RF-Ketten-Temperaturen von jeweiligen RF-Ketten eines RF-Sendeempfängers basierend auf einer jeweiligen thermischen Erfassung der RF-Ketten; Bestimmen jeweiliger Verschiebungsverstärkungen der jeweiligen RF-Ketten aus jeweiligen Zielverstärkungen der RF-Ketten basierend auf den jeweiligen gemessenen RF-Ketten-Temperaturen gemäß jeweiligen Verschiebungsverstärkungs- und Temperaturbeziehungen; Auswählen jeweiliger konfigurierter Verstärkungen der RF-Ketten, basierend auf den jeweiligen Zielverstärkungen und den jeweiligen Verschiebungsverstärkungen; Auswählen, basierend auf den jeweiligen konfigurierten Verstärkungen, jeweiliger Vorspannungssteuerungs-Vektoren aus jeweiligen Sätzen von Vorspannungssteuerungs-Vektoren; und Konfigurieren der RF-Ketten mit den jeweiligen ausgewählten Vorspannungssteuerungs-Vektoren; wobei jeder Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren der jeweiligen Sätze von Vorspannungssteuerungs-Vektoren für eine entsprechende RF-Kette der jeweiligen RF-Ketten charakterisiert ist, und jeder Vorspannungssteuerungs-Vektor jedes Satzes von Vorspannungssteuerungs-Vektoren einen Satz von Steuerwerten umfasst und der Satz von Steuerwerten ausgebildet ist, die entsprechende RF-Kette zu konfigurieren, um eine Verstärkung im Hinblick auf eine Basistemperatur bereitzustellen.

[0105] Beispiel 18 umfasst das CRM gemäß Beispiel 17 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die RF-Ketten eine Mehrzahl von RF-Senderketten oder RF-Empfängerketten umfassen und die aktiven RF-Stufen Mischer und Verstärker umfassen.

[0106] Beispiel 19 umfasst das CRM gemäß Beispiel 17 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Ausführung der Anweisungen ferner ausgebildet ist, die RF-Ketten zu veranlassen zum: Bestimmen einer Zielverstärkung der RF-Kette; Messen eines Satzes von tatsächlichen Verstärkungen der RF-Kette, entsprechend einem Satz von RF-Ketten-Temperaturen; Messen des Satzes von RF-Ketten-Temperaturen; Bestimmen der Verschiebungsverstärkung und Temperaturbeziehung basierend auf dem Satz von tatsächlichen Verstärkungen und dem Satz von RF-Ketten-Temperaturen; und Konfigurieren einer RF-Kette mit einem Vorspannungssteuerungs-Vektor entsprechend der Zielverstärkung.

[0107] Beispiel 20 umfasst das CRM gemäß Beispiel 17 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Ausführung der Anweisungen ferner ausgebildet ist, zu verursachen, dass die RF-Ketten jeden Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren für die entsprechende RF-Kette charakterisieren.

[0108] Beispiel 21 umfasst ein Verfahren zum Betreiben eines RF-Sendeempfängers, das Verfahren umfassend: Auswählen eines Vorspannungssteuerungs-Vektors aus einem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren, die jeweiligen Verstärkungswerten zugeordnet sind, basierend zumindest teilweise auf einer Zielverstärkung des RFFE-Moduls; und Konfigurieren einzelner aktiver RF-Stufen des RFFE-Moduls mit dem ausgewählten Vorspannungssteuerungs-Vektor; wobei der Vorspannungssteuerungs-Vektor einen Satz von Steuerwerten umfasst und jeder Steuerwert des Satzes von Steuerwerten ausgebildet ist, eine entsprechende aktive RF-Stufe der aktiven RF-Stufen des RFFE-Moduls zu konfigurieren, und

die Zielverstärkung einer Verstärkung des RFFE-Moduls entspricht, die das RFFE-Modul im Hinblick auf eine RFFE-Basislinien-Temperatur und eine RFFE-Basislinien-Betriebsfrequenz bestimmt ist bereitzustellen.

[0109] Beispiel 22 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 21 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das RFFE-Modul eine oder mehrere RF-Senderketten und eine oder mehrere RF-Empfängerketten umfasst und die aktiven RF-Stufen Mischer und Verstärker umfassen.

[0110] Beispiel 23 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 21 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei der Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren eine Mehrzahl von Vorspannungssteuerungs-Vektoren umfasst, wobei jeder Vorspannungssteuerungs-Vektor ausgebildet ist, das RFFE-Modul zu konfigurieren, um eine Verstärkung des RFFE-Moduls bei einer RFFE-Temperatur und einer RFFE-Betriebsfrequenz bereitzustellen, wobei ferner jeder Vorspannungssteuerungs-Vektor zumindest teilweise basierend auf der Rauschzahl (NF) und Linearität des RFFE-Moduls bestimmt wird.

[0111] Beispiel 24 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 21 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Bestimmen des Vorspannungssteuerungs-Vektors ausgebildet ist, die Zielverstärkung des RFFE-Moduls zu bestimmen; eine gemessene Verstärkung des RFFE-Moduls basierend auf einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis zu bestimmen; einen Verstärkungsfehler zwischen der gemessenen Verstärkung und der Zielverstärkung zu bestimmen; eine konfigurierte Verstärkung zur Kompensation des Verstärkungsfehlers basierend auf dem Verstärkungsfehler und der Zielverstärkung zu bestimmen; und basierend auf der konfigurierten Verstärkung den Vorspannungssteuerungs-Vektor aus dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren auszuwählen.

[0112] Beispiel 24.1 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 21 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Bestimmen des Vorspannungssteuerungs-Vektors ausgebildet ist, die Zielverstärkung des RFFE-Moduls zu bestimmen; eine tatsächliche Verstärkung des RFFE-Moduls basierend auf einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis zu messen; einen Verstärkungsfehler basierend auf der gemessenen tatsächlichen Verstärkung und der Zielverstärkung zu bestimmen; eine konfigurierte Verstärkung zur Kompensation des Verstärkungsfehlers basierend auf dem Verstärkungsfehler und der Zielverstärkung zu bestimmen; und basierend auf der konfigurierten Verstärkung den Vorspannungssteuerungs-Vektor aus dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren auszuwählen.

[0113] Beispiel 24.2 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 24.1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Messen einer tatsächlichen Verstärkung des RFFE-Moduls basierend auf einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis zum Messen der tatsächlichen Verstärkung ausgebildet ist zum: Messen eines Ausgangsleistungspegels eines Sende-RF-Signals durch einen ersten Leistungsdetektor; Messen eines Eingangsleistungspegels eines Basisband-Sendesignals durch einen zweiten Leistungsdetektor; und Herleiten der gemessenen Verstärkung basierend auf dem gemessenen Eingangsleistungspegel und dem gemessenen Ausgangsleistungspegel.

[0114] Beispiel 24.3 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 24.2 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das RFFE-Modul im Hinblick auf die eine oder die mehreren RF-Senderketten arbeitet.

[0115] Beispiel 24.4 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 24.1 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Messen einer tatsächlichen Verstärkung des RFFE-Moduls basierend auf einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis zum Messen der tatsächlichen Verstärkung ausgebildet ist zum: Messen eines Ausgangsleistungspegels eines verarbeiteten Basisbandsignals durch einen ersten Leistungsdetektor; Messen eines Eingangsleistungspegels eines empfangenen RF-Signals durch einen zweiten Leistungsdetektor; und Ableiten der gemessenen Verstärkung basierend auf dem gemessenen Eingangsleistungspegel und dem gemessenen Ausgangsleistungspegel.

[0116] Beispiel 24.5 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 24.4 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das RFFE-Modul im Hinblick auf eine oder mehrere RF-Empfängerketten arbeitet.

[0117] Beispiel 25 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 21 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Bestimmen des Vorspannungssteuerungs-Vektors ausgebildet ist, die Zielverstärkung des RFFE-Moduls zu bestimmen; eine gemessene RFFE-Temperatur basierend auf einer thermischen Messung des RFFE-Moduls zu bestimmen; eine erste Verschiebungsverstärkung basierend auf der gemessenen RFFE-Temperatur gemäß einer Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Temperatur zu bestimmen; eine konfigurierte Verstärkung basierend auf der Zielverstärkung und der ersten Verschiebungsverstärkung zu

bestimmen; und basierend auf der konfigurierten Verstärkung den Vorspannungssteuerungs-Vektor aus dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren auszuwählen.

[0118] Beispiel 25.1 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 25 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Temperatur einen Satz von Verstärkungsverschiebungswerten umfasst, die einem Satz von Temperaturänderungen entsprechen.

[0119] Beispiel 25.2 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 25 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Verstärkung-Verschiebung-Tabelle vorbestimmt ist oder durch RF-Verstärkungsmessungen, die Temperaturänderungen entsprechen, erzeugt wird, wobei ferner die RF-Verstärkungsmessungen wie in Beispiel 24.2 beschrieben sind.

[0120] Beispiel 26 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 25 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei beim Bestimmen der ersten Verschiebungsverstärkung die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist, eine Temperaturverschiebung zwischen der gemessenen RFFE-Temperatur und der RFFE-Basis-Temperatur zu bestimmen, wobei die RFFE-Basislinien-Temperatur eine Raumtemperatur ist; und die erste Verstärkungsverschiebung basierend auf der Temperaturverschiebung gemäß der Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Temperatur zu bestimmen.

[0121] Beispiel 27 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 25 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die thermische Messung ausgebildet ist, das RFFE-Modul an einer oder mehreren Stellen des RFFE-Moduls über einen oder mehrere thermische Sensoren zu messen.

[0122] Beispiel 28 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 25 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, ferner umfassend ein Bestimmen einer RFFE-Betriebsfrequenz basierend auf einem Betrieb des RFFE-Moduls; Bestimmen einer zweiten Verschiebungsverstärkung basierend auf der bestimmten RFFE-Betriebsfrequenz gemäß einer Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Frequenz; und Bestimmen der konfigurierten Verstärkung basierend auf der Zielverstärkung und einer Summe der ersten Verschiebungsverstärkung und der zweiten Verschiebungsverstärkung.

[0123] Beispiel 29 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 28 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Bestimmen der zweiten Verschiebungsverstärkung ausgebildet ist, eine Frequenzverschiebung zwischen der RFFE-Betriebsfrequenz und der RFFE-Basis-Betriebsfrequenz zu bestimmen, wobei die RFFE-Basis-Betriebsfrequenz vorbestimmt ist; und die zweite Verstärkungsverschiebung basierend auf der Frequenzverschiebung gemäß der Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Frequenz zu bestimmen.

[0124] Beispiel 30 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 28 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Verstärkung-Verschiebung-Tabelle und die Frequenz-Verschiebung-Tabelle basierend auf RFFE-Modul-Verhalten im Hinblick auf RFFE-Temperaturen und Betriebsfrequenzen vorbestimmt sind.

[0125] Beispiel 31 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 21 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Zielverstärkung des RFFE-Moduls einem Verstärkungswert entspricht, der in einem Bereich von einem minimalen Verstärkungswert bis zu einem maximalen Verstärkungswert liegt, und der Bereich diskret ist mit einem konstanten Inkrement von dem minimalen Verstärkungswert bis zu dem maximalen Verstärkungswert.

[0126] Beispiel 32 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 21 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ferner ausgebildet ist, jeden Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren für die entsprechende RF-Kette zu charakterisieren.

[0127] Beispiel 33 umfasst das Verfahren gemäß Beispielen 20-32 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei die Vorrichtung ein Millimeterwellen- (mmW) Sendeempfänger zur Fahrzeugradarerfassung ist und das RFFE-Modul konfiguriert ist zum Senden oder Empfangen von RF-Signalen in mmW.

[0128] Beispiel 34 umfasst ein Verfahren zur Charakterisierung eines RF-Senders oder -Empfängers, umfassend: Bestimmen eines Vorspannungssteuerungs-Vektors basierend auf einer Zielverstärkung eines RF-Senders oder -Empfängers des Sendeempfängers gemäß einer Verstärkungs-Tabelle einer Mehrzahl von RF-Verstärkungswerten des RF-Senders oder -Empfängers, die jeweiligen Vorspannungssteuerungs-Vektoren zugeordnet sind; Bestimmen einer gemessenen tatsächlichen Verstärkung des RF-Senders oder -Empfängers

basierend auf einer Messung des konfigurierten RF-Senders oder -Empfängers; und Aktualisieren der Verstärkungstabelle basierend auf der tatsächlichen Verstärkung; und eine Konfigurations-Schaltungsanordnung, die angeordnet ist, um aktive RF-Komponenten des RF-Senders oder -Empfängers mit dem Vorspannungssteuerungs-Vektor zu konfigurieren, wobei der Vorspannungssteuerungs-Vektor einen Satz von Steuerwerten umfasst, wobei jeder Steuerwert ausgebildet ist, eine entsprechende aktive RF-Komponente der aktiven RF-Komponenten des zumindest einen RF-Senders oder -Empfängers zu konfigurieren.

[0129] Beispiel 35 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 34 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Aktualisieren der Verstärkungstabelle ausgebildet ist, den Zielverstärkungswert mit der tatsächlichen Verstärkung zu aktualisieren.

[0130] Beispiel 36 umfasst das Verfahren gemäß Beispiel 34 und/oder einem oder einigen anderen Beispielen hierin, wobei das Bestimmen, Konfigurieren, Messen und Aktualisieren lokal während des Einschaltens oder Resets des Radarsystems ausgeführt werden.

[0131] Beispiel 37 kann eine Vorrichtung umfassen, umfassend Mittel zum Ausführen von einem oder mehreren Elementen eines Verfahrens, das in einem oder in Bezug auf eines der Beispiele 1-36 oder irgendein anderes in der vorliegenden Offenbarung beschriebenes Verfahren oder Prozess beschrieben ist.

[0132] Beispiel 38 kann ein oder mehrere nichtflüchtige, computerlesbare Medien umfassen, die Anweisungen umfassen, um zu verursachen, dass eine elektronische Vorrichtung nach Ausführung der Anweisungen durch einen oder mehrere Prozessoren der elektronischen Vorrichtung ein oder mehrere Elemente eines Verfahrens ausführt, das in einem oder in Bezug auf eines der Beispiele 1-36 oder irgendein anderes in der vorliegenden Offenbarung beschriebenes Verfahren oder Prozess beschrieben ist.

[0133] Beispiel 39 kann eine Vorrichtung umfassen, die Logik, Module oder eine Schaltungsanordnung umfasst, um ein oder mehrere Elemente eines Verfahrens auszuführen, das in einem oder in Bezug auf eines der Beispiele 1-36 oder irgendein anderes in der vorliegenden Offenbarung beschriebenes Verfahren oder Prozess beschrieben ist.

[0134] Beispiel 40 umfasst ein Verfahren, eine Technik oder einen Prozess, wie sie in einem oder in Bezug auf eines der Beispiele 1-36 beschrieben sind, oder Abschnitte oder Teile davon, oder anderweitig in der vorliegenden Offenbarung beschrieben.

[0135] Beispiel 41 umfasst eine Vorrichtung, umfassend: einen oder mehrere Prozessoren und ein oder mehrere computerlesbare Medien, die Anweisungen umfassen, die, wenn sie durch den einen oder die mehreren Prozessoren ausgeführt werden, verursachen, dass der eine oder die mehreren Prozessoren das Verfahren, die Techniken oder den Prozess ausführen, wie in einem oder in Bezug auf eines der Beispiele 1-36, oder Abschnitten davon, oder anderweitig in der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Das eine oder die mehreren computerlesbaren Medien können ein flüchtiges oder nichtflüchtiges computerlesbares Medium sein.

[0136] Beispiel 42 umfasst zumindest ein flüchtiges oder nichtflüchtiges computerlesbares Speicherungsmedium, das Daten umfasst, wobei die Daten ausgebildet sind, Anweisungen zu erzeugen, herzustellen oder anderweitig zu produzieren, wobei die Ausführung der Anweisungen verursachen soll, dass eine Computervorrichtung oder ein Computersystem das Verfahren, die Techniken oder den Prozess ausführt, wie sie in einem oder in Bezug auf eines der Beispiele 1-36, oder Abschnitten davon, beschrieben sind oder anderweitig in der vorliegenden Offenbarung beschrieben sind.

[0137] Beispiel 43 umfasst ein Signal, wie in einem oder in Bezug auf eines der Beispiele 1-36, oder Abschnitte oder Teile davon, beschrieben oder anderweitig in der vorliegenden Offenbarung beschrieben.

[0138] Beispiel 44 umfasst ein Signal in einem drahtlosen Netzwerk, wie in der vorliegenden Offenbarung gezeigt und beschrieben oder anderweitig in der vorliegenden Offenbarung beschrieben.

[0139] Beispiel 45 umfasst ein Verfahren zur Kommunikation in einem drahtlosen Netzwerk, wie in der vorliegenden Offenbarung gezeigt und beschrieben.

[0140] Beispiel 46 umfasst ein System zur Bereitstellung einer drahtlosen Kommunikation, wie in der vorliegenden Offenbarung gezeigt und beschrieben.

[0141] Beispiel 47 umfasst eine Vorrichtung zum Bereitstellen einer drahtlosen Kommunikation, wie in der vorliegenden Offenbarung gezeigt und beschrieben.

[0142] Beispiel 48 umfasst ein Paket, einen Rahmen, ein Segment, eine Protokolldateneinheit (PDU; protocol data unit) oder Nachricht, wie in einem oder in Bezug auf eines der Beispiele 1-36, oder Abschnitte oder Teile davon, beschrieben oder anderweitig in der vorliegenden Offenbarung beschrieben.

[0143] Die vorliegende Offenbarung wurde unter Bezugnahme auf Flussdiagramm-Darstellungen und/oder Blockdiagramme von Verfahren, Vorrichtungen (Systemen) und/oder Computerprogramm-Produkten gemäß Ausführungsbeispielen der vorliegenden Offenbarung beschrieben. In den Zeichnungen können einige Struktur- oder Verfahrensmerkmale in speziellen Anordnungen und/oder Reihenfolgen gezeigt sein. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass solche speziellen Anordnungen und/oder Reihenfolgen möglicherweise nicht erforderlich sind. Vielmehr können bei einigen Ausführungsbeispielen solche Merkmale auf eine unterschiedliche Art und/oder in einer unterschiedlichen Reihenfolge angeordnet sein als in den darstellenden Figuren gezeigt ist. Zusätzlich soll das Umfassen eines Struktur- oder Verfahrensmerkmals in einer bestimmten Figur nicht andeuten, dass ein solches Merkmal in allen Ausführungsbeispielen erforderlich ist, und bei einigen Ausführungsbeispielen ist es möglicherweise nicht umfasst oder ist möglicherweise mit anderen Merkmalen kombiniert.

[0144] Es versteht sich, dass jeder Block der Flussdiagramm-Darstellungen und/oder Blockdiagramme und Kombinationen von Blöcken in den Flussdiagramm-Darstellungen und/oder Blockdiagrammen in Hardware, Firmware, Software oder irgendeiner Kombination davon implementiert werden kann. Die offenbarten Ausführungsbeispiele können als ein Computerprozess, ein Rechensystem oder als ein Herstellungsgegenstand, wie z. B. ein Computerprogrammprodukt aus computerlesbaren Medien, implementiert werden. Das Computerprogrammprodukt kann ein oder mehrere flüchtige oder nichtflüchtige maschinenlesbare (z. B. computerlesbare) Medien umfassen, die kodierte Computerprogramm-Anweisungen zur Ausführung des Computerprozesses umfassen, der durch einen oder mehrere Prozessoren eines Computersystems lesbar und/oder ausführbar sind. Das maschinenlesbare Speicherungsmedium kann als irgendeine Speicherungsvorrichtung, irgendein Mechanismus oder irgendeine andere physikalische Struktur zum Speichern oder Übertragen von Informationen in einer durch eine Maschine lesbaren Form (z. B. ein flüchtiger oder nichtflüchtiger Speicher, eine Medienplatte oder eine andere Medienvorrichtung) ausgeführt sein. Diese Computerprogramm-Anweisungen können an einen Prozessor eines Allzweckcomputers, eines Spezialcomputers oder einer anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung zur Erzeugung einer Maschine bereitgestellt werden, derart, dass die Anweisungen, die über den Prozessor des Computers oder einer anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführt werden, Mittel zum Implementieren der in dem Flussdiagramm und/oder Blockdiagrammblock oder -blöcken angegebenen Funktionen/Handlungen schaffen. Diese Computerprogramm-Anweisungen können auch in einem computerlesbaren Medium gespeichert werden, das einen Computer oder eine andere programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung anweisen kann, in einer bestimmten Weise zu funktionieren, derart, dass die in dem computerlesbaren Medium gespeicherten Anweisungen einen Herstellungsgegenstand erzeugen, der Anweisungsmittel umfasst, die die in dem Flussdiagramm und/oder Blockdiagrammblock oder -blöcken angegebene Funktion/Handlung implementieren. Die Computerprogramm-Anweisungen können auch auf einen Computer oder eine andere programmierbare Datenverarbeitungsvorrichtung geladen werden, um zu verursachen, dass eine Reihe von Betriebsschritten, die auf dem Computer oder einer anderen programmierbaren Vorrichtung ausgeführt werden, einen computerimplementierten Prozess erzeugen, derart, dass die Anweisungen, die auf dem Computer oder einer anderen programmierbaren Vorrichtung ausgeführt werden, Prozesse zur Implementierung der in dem Flussdiagramm und/oder Blockdiagrammblock oder -blöcken angegebenen Funktionen/Handlungen bereitstellen.

[0145] Das Flussdiagramm und die Blockdiagramme in den Figuren veranschaulichen die Architektur, Funktionalität und Operation möglicher Implementierungen von Systemen, Verfahren und Computerprogrammprodukten gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Offenbarung. In dieser Hinsicht kann jeder Block in dem Flussdiagramm oder den Blockdiagrammen ein Modul, ein Segment oder einen Code-Abschnitt darstellen, der eine oder mehrere ausführbare Anweisungen zur Implementierung der angegebenen logischen Funktion(en) umfasst. Auch ist zu beachten, dass bei einigen alternativen Implementierungen die Funktionen, die in dem Block angegeben sind, möglicherweise nicht in der Reihenfolge auftreten, die in den Figuren angegeben ist. Zum Beispiel können zwei nacheinander gezeigte Blöcke tatsächlich im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden oder die Blöcke können manchmal in der umgekehrten Reihenfolge ausgeführt werden, abhängig von der beteiligten Funktionalität. Es ist auch zu beachten, dass jeder Block der Blockdiagramme und/oder der Flussdiagrammdarstellung sowie Kombinationen von Blöcken in den Blockdiagrammen und/oder der Flussdiagrammdarstellung durch Spezialzweck-Hardware-basierte Systeme implementiert wer-

den kann, die die spezifizierten Funktionen oder Handlungen oder Kombinationen von Spezialzweck-Hardware und Computeranweisungen ausführen.

[0146] Die hierin verwendete Terminologie ist nur zum Zweck des Beschreibens bestimmter Ausführungsbeispiele und soll nicht einschränkend für die Offenbarung sein. Nach hiesigem Gebrauch sollen die Singularformen „ein, eine“ und „der, die, das“ auch Pluralformen umfassen, sofern aus dem Zusammenhang nicht eindeutig etwas anderes hervorgeht. Es versteht sich ferner, dass die Begriffe „umfasst“ und/oder „umfassend“ bei Verwendung in dieser Beschreibung das Vorhandensein von angegebenen Merkmalen, Ganzzahlen, Schritten, Operationen, Elementen und/oder Komponenten angeben, aber das Vorhandensein oder Hinzufügen von einem oder mehreren anderen Merkmalen, Ganzzahlen, Schritten, Operationen, Elementen, Komponenten und/oder Gruppen derselben nicht ausschließen.

[0147] Zum Zweck der vorliegenden Offenbarung bezeichnet die Phrase „A und/oder B“ (A), (B), oder (A und B). Zum Zweck der vorliegenden Offenbarung bezeichnet die Phrase „A, B, und/oder C“ (A), (B), (C), (A und B), (A und C), (B und C), oder (A, B und C). Die Beschreibung kann die Ausdrücke „bei einem Ausführungsbeispiel“ oder „Bei einigen Ausführungsbeispielen“ verwenden, die sich jeweils auf ein oder mehrere desselben oder unterschiedlicher Ausführungsbeispiele beziehen können. Ferner sind die Ausdrücke „aufweisen“, „umfassen“, „haben“ und ähnliche, wie sie hierin im Hinblick auf Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung verwendet werden, synonym.

[0148] Die Begriffe „gekoppelt“, „kommunikativ gekoppelt“ zusammen mit Ableitungen davon werden hierin verwendet. Der Begriff „gekoppelt“ kann bedeuten, dass zwei oder mehr Elemente in direktem physikalischem oder elektrischem Kontakt miteinander sind, kann bedeuten, dass zwei oder mehr Elemente einander indirekt kontaktieren, jedoch weiter miteinander zusammenarbeiten oder interagieren, und/oder kann bedeuten, dass ein oder mehr andere Elemente zwischen die Elemente gekoppelt oder verbunden sind, die miteinander gekoppelt sind. Der Ausdruck „direkt gekoppelt“ kann bedeuten, dass zwei oder mehr Elemente in direktem Kontakt miteinander sind. Der Begriff „kommunikativ gekoppelt“ kann bedeuten, dass zwei oder mehr Elemente durch ein Kommunikationsmittel miteinander in Kontakt sein können, umfassend durch einen Draht oder eine andere Zwischenverbindungs-Verbindung, durch einen drahtlosen Kommunikationskanal oder Link und/oder Ähnliches.

[0149] Wie hier verwendet, bezieht sich der Begriff „Schaltungsanordnung“ auf eine Schaltung oder ein System von mehreren Schaltungen, die konfiguriert sind, um eine bestimmte Funktion in einer elektronischen Vorrichtung auszuführen. Die Schaltung oder das System von Schaltungen kann Teil einer oder mehrerer Hardwarekomponenten sein oder dieselben umfassen, wie beispielsweise eine Logikschaltung, ein Prozessor (gemeinschaftlich verwendet, dediziert oder Gruppe) und/oder Speicher (gemeinschaftlich verwendet, dediziert oder Gruppe), eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC; Application Specific Integrated Circuit), ein feldprogrammierbares Bauelement (FPD; field-programmable device) (z.B, ein feldprogrammierbares Gate-Array (FPGA; field-programmable gate array), eine programmierbare Logikvorrichtung (PLD; programmable logic device), eine komplexe PLD (CPLD; complex PLD), ein PLD mit hoher Kapazität (HCPLD; high-capacity PLD), eine strukturierte ASIC oder ein programmierbares System-auf-einem-Chip (SoC; System on Chip)), digitale Signalprozessoren (DSPs; digital signal processors) usw., die konfiguriert sind, um die beschriebene Funktionalität bereitzustellen. Zusätzlich kann sich der Begriff „Schaltung“ auch auf eine Kombination von einem oder mehreren Hardware-Elementen mit dem Programmcode beziehen, der zur Ausführung der Funktionalität dieses Programmcodes verwendet wird. Einige Arten von Schaltungsanordnung können ein oder mehrere Software- oder Firmware-Programme ausführen, um zumindest einige der beschriebenen Funktionalität bereitzustellen. Eine solche Kombination von Hardware-Elementen und Programmcode kann als eine bestimmte Art von Schaltungsanordnung bezeichnet werden.

[0150] Nach hiesigem Gebrauch kann sich der Begriff „Vorrichtung/Bauelement“ (device) auf eine physikalische Entität beziehen, die in eine andere physikalische Entität in ihrer Nähe eingebettet oder an diese angebracht ist, mit Fähigkeiten, digitale Informationen von oder zu dieser physikalischen Entität zu übermitteln.

[0151] Nach hiesigem Gebrauch kann sich der Begriff „Element“ auf eine Einheit beziehen, die auf einer bestimmten Abstraktionsebene unteilbar ist und eine klar definierte Begrenzung aufweist, wobei ein Element irgendeine Art von Entität sein kann.

[0152] Nach hiesigem Gebrauch kann sich der Begriff „Komponente“ auf eine physikalische RF-Komponente, eine Vorrichtung, eine integrierte Schaltung (IC; Integrated Circuit), oder Schaltungsanordnung zur Ausführung einer Funktion beziehen.

[0153] Nach hiesigem Gebrauch kann sich der Begriff „Architektur“ auf eine grundlegende Organisation eines Systems beziehen, die in den Komponenten desselben, ihren Beziehungen zueinander verkörpert ist, und auf eine Umgebung sowie auf die Prinzipien, die seinen Entwurf und seine Entwicklung leiten. Nach hiesigem Gebrauch bezieht sich der Begriff „Anwendung“, „Computeranwendung“ oder Ähnliches auf eine diskrete Hardwarevorrichtung mit integriertem Programmcode (z. B. Software oder Firmware), die spezifisch oder speziell entworfen ist, eine spezifische Rechenressource bereitzustellen. Eine „virtuelle Anwendung“ ist ein Virtuelle-Maschine-Bild, das durch eine mit einem Hypervisor ausgestattete Vorrichtung implementiert ist, die eine Computer-Anwendung virtualisiert oder emuliert oder anderweitig dediziert ist, eine spezifische Rechen-Ressource bereitzustellen.

[0154] Die entsprechenden Strukturen, Material, Handlungen und Äquivalente aller Mittel oder Schritte plus Funktionselemente in den nachfolgenden Ansprüchen sollen irgendeine Struktur, irgendein Material oder irgendeine Handlung zur Ausführung der Funktion in Kombination mit anderen beanspruchten Elementen umfassen. Die Beschreibung der vorliegenden Offenbarung wurde zu Illustrations- und Beschreibungszwecken vorgelegt, soll aber weder erschöpfend noch auf die Offenbarung in der offenbarten Form beschränkt sein. Viele Modifikationen und Variationen sind für den Fachmann offensichtlich, ohne von dem Schutzbereich und Wesen der Offenbarung abzuweichen. Die Ausführungsbeispiele wurden ausgewählt und beschrieben, um die Grundsätze der Offenbarung und die praktische Anwendung bestmöglich zu beschreiben, und um es anderen Fachleuten zu ermöglichen, die Offenbarung für Ausführungsbeispiele mit verschiedenen Modifikationen, wie sie für die bestimmte, in Betracht gezogene Verwendung geeignet sind, zu verstehen.

[0155] Die vorstehende Beschreibung stellt eine Veranschaulichung und Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele bereit, soll aber nicht vollständig sein oder den Schutzbereich der Ausführungsbeispiele auf die bestimmten offenbarten Formen begrenzen. Modifikationen und Variationen sind unter Berücksichtigung der obigen Lehren möglich oder können aus der Praxis verschiedener Ausführungsbeispiele gewonnen werden. Wenn spezifische Details ausgeführt sind, um Beispiels-Ausführungsbeispiele der Offenbarung zu beschreiben, sollte es für Fachleute auf dem Gebiet offensichtlich sein, dass die Offenbarung ohne oder mit Variation dieser speziellen Details ausgeführt werden kann. Es versteht sich jedoch, dass keinerlei Absicht besteht, die Konzepte der vorliegenden Offenbarung auf die bestimmten offenbarten Formen zu begrenzen, sondern im Gegenteil die Absicht besteht, alle Modifikationen, Entsprechungen und Alternativen abzudecken, die der vorliegenden Offenbarung und den beigefügten Ansprüchen entsprechen.

Patentansprüche

1. Eine Vorrichtung zum Senden oder Empfangen von Signalen, umfassend:
ein Radiofrequenz- (RF) Front-End- (FE) Modul;
eine Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung, kommunikativ gekoppelt mit dem RFFE-Modul, angeordnet, um einen Vorspannungssteuerungs-Vektor aus einem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren auszuwählen, die entsprechenden Verstärkungswerten zugeordnet sind, basierend zumindest teilweise auf einer Zielverstärkung des RFFE-Moduls; und
eine Konfigurations-Schaltungsanordnung, kommunikativ gekoppelt mit dem RFFE-Modul und der Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung, angeordnet, um einzelne aktive RF-Stufen des RFFE-Moduls mit dem ausgewählten Vorspannungssteuerungs-Vektor zu konfigurieren; wobei
der Vorspannungssteuerungs-Vektor einen Satz von Steuerwerten umfasst und jeder Steuerwert des Satzes von Steuerwerten ausgebildet ist, eine entsprechende aktive RF-Stufe der aktiven RF-Stufen des RFFE-Moduls zu konfigurieren, und
die Zielverstärkung einer Verstärkung des RFFE-Moduls entspricht, die das RFFE-Modul im Hinblick auf eine RFFE-Basislinien-Temperatur und eine RFFE-Basislinien-Betriebsfrequenz bestimmt ist bereitzustellen.

2. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei das RFFE-Modul eine oder mehrere RF-Senderketten und eine oder mehrere RF-Empfängerketten umfasst und die aktiven RF-Stufen Mischer und Verstärker umfassen.

3. Die Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren eine Mehrzahl von Vorspannungssteuerungs-Vektoren umfasst, wobei jeder Vorspannungssteuerungs-Vektor ausgebildet ist, das RFFE-Modul zu konfigurieren, um eine Verstärkung des RFFE-Moduls bei einer RFFE-Temperatur und einer RFFE-Betriebsfrequenz bereitzustellen, wobei ferner jeder Vorspannungssteuerungs-Vektor basierend zumindest teilweise auf der Rauschzahl (NF) und Linearität des RFFE-Moduls bestimmt wird.

4. Die Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zum Bestimmen des Vorspannungssteuerungs-Vektors die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist zum:
Bestimmen der Zielverstärkung des RFFE-Moduls;
Bestimmen einer gemessenen Verstärkung des RFFE-Moduls basierend auf einer RF-Verstärkungsmessung mit offenem Regelkreis;
Bestimmen eines Verstärkungsfehlers zwischen der gemessenen Verstärkung und der Zielverstärkung;
Bestimmen einer konfigurierten Verstärkung zum Kompensieren des Verstärkungsfehlers basierend auf dem Verstärkungsfehler und der Zielverstärkung; und
Auswählen, basierend auf der konfigurierten Verstärkung, des Vorspannungssteuerungs-Vektors aus dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren.

5. Die Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zum Bestimmen des Vorspannungssteuerungs-Vektors die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist zum:
Bestimmen der Zielverstärkung des RFFE-Moduls;
Bestimmen einer gemessenen RFFE-Temperatur basierend auf einer thermischen Messung des RFFE-Moduls;
Bestimmen einer ersten Verschiebungsverstärkung basierend auf der gemessenen RFFE-Temperatur gemäß einer Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Temperatur;
Bestimmen einer konfigurierten Verstärkung basierend auf der Zielverstärkung und der ersten Verschiebungsverstärkung; und
Auswählen, basierend auf der konfigurierten Verstärkung, des Vorspannungssteuerungs-Vektors aus dem Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren.

6. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei zum Bestimmen der ersten Verschiebungsverstärkung die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist zum:
Bestimmen einer Temperaturverschiebung zwischen der gemessenen RFFE-Temperatur und der RFFE-Basis-Temperatur, wobei die RFFE-Basislinien-Temperatur eine Raumtemperatur ist; und
Bestimmen der ersten Verstärkungsverschiebung basierend auf der Temperaturverschiebung gemäß der Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Temperatur.

7. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei die thermische Messung ausgebildet ist, das RFFE-Modul an einer oder mehreren Stellen des RFFE-Moduls über einen oder mehrere thermische Sensoren zu messen.

8. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 5, 6 oder 7, wobei die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ferner ausgebildet ist zum:
Bestimmen einer RFFE-Betriebsfrequenz basierend auf einer Operation des RFFE-Moduls;
Bestimmen einer zweiten Verschiebungsverstärkung basierend auf der bestimmten RFFE-Betriebsfrequenz gemäß einer Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Frequenz; und
Bestimmen einer konfigurierten Verstärkung basierend auf der Zielverstärkung und einer Summe aus der ersten Verschiebungsverstärkung und der zweiten Verschiebungsverstärkung.

9. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 8, wobei zum Bestimmen der zweiten Verschiebungsverstärkung die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist zum:
Bestimmen einer Frequenzverschiebung zwischen der RFFE-Betriebsfrequenz und der RFFE-Basis-Betriebsfrequenz, wobei die RFFE-Basis-Betriebsfrequenz vorbestimmt ist; und
Bestimmen der zweiten Verstärkungsverschiebung basierend auf der Frequenzverschiebung gemäß der Verstärkung-Verschiebung-Tabelle im Hinblick auf die Frequenz.

10. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei die Verstärkung-Verschiebung-Tabelle und die Frequenzverschiebungs-Tabelle basierend auf RFFE-Modul-Verhalten im Hinblick auf RFFE-Temperaturen und Betriebsfrequenzen vorbestimmt sind.

11. Die Vorrichtung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Zielverstärkung des RFFE-Moduls einem Verstärkungswert entspricht, der in einem Bereich von einem minimalen Verstärkungswert bis zu einem maximalen Verstärkungswert liegt, und der Bereich diskret ist mit einem konstanten Inkrement von dem minimalen Verstärkungswert bis zu dem maximalen Verstärkungswert.

12. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1-11, wobei die Vorrichtung ein Millimeterwellen- (mmW) Sendeempfänger zur Fahrzeugradarerfassung ist und das RFFE-Modul konfiguriert ist zum Senden oder Empfangen von RF-Signalen in mmW.

13. Eine Vorrichtung zum Erfassen mit Radiofrequenz (RF), umfassend:
eine Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung, angeordnet zum:
Empfangen jeweiliger gemessener RF-Ketten-Temperaturen von jeweiligen RF-Ketten eines RF-Sendeempfängers basierend auf einer jeweiligen thermischen Erfassung der RF-Ketten,
Bestimmen jeweiliger Verschiebungsverstärkungen der jeweiligen RF-Ketten aus jeweiligen Zielverstärkungen der RF-Ketten basierend auf den jeweiligen gemessenen RF-Ketten-Temperaturen gemäß jeweiligen Verschiebungsverstärkungs- und Temperaturbeziehungen,
Bestimmen jeweiliger konfigurierter Verstärkungen der RF-Ketten basierend auf den jeweiligen Zielverstärkungen und den jeweiligen Verschiebungsverstärkungen, und
Auswählen, basierend auf den jeweiligen konfigurierten Verstärkungen, jeweiliger Vorspannungssteuerungs-Vektoren aus jeweiligen Sätzen von Vorspannungssteuerungs-Vektoren; und
eine Konfigurations-Schaltungsanordnung, kommunikativ gekoppelt mit der Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung und den jeweiligen RF-Ketten, angeordnet, um die RF-Ketten mit den jeweiligen ausgewählten Vorspannungssteuerungs-Vektoren zu konfigurieren; wobei
jeder Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren der jeweiligen Sätze von Vorspannungssteuerungs-Vektoren für eine entsprechende RF-Kette der jeweiligen RF-Ketten charakterisiert ist, und
jeder Vorspannungssteuerungs-Vektor jedes Satzes von Vorspannungssteuerungs-Vektoren einen Satz von Steuerwerten umfasst und der Satz von Steuerwerten ausgebildet ist, die entsprechende RF-Kette zu konfigurieren, sodass die entsprechende RF-Kette eine Verstärkung im Hinblick auf eine Basistemperatur bereitstellt.

14. Die Vorrichtung gemäß Anspruch 13, wobei die RF-Ketten eine Mehrzahl von RF-Senderketten oder RF-Empfängerketten umfassen und die aktiven RF-Stufen Mischer und Verstärker umfassen.

15. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 13-14, wobei die jeweilige Verschiebungsverstärkung und Temperaturbeziehung vorbestimmt sind, und wobei ferner zum Bestimmen jeder Verschiebungsverstärkungs- und Temperaturbeziehung:
die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung angeordnet ist zum:
Bestimmen einer Zielverstärkung der RF-Kette,
Messen eines Satzes von tatsächlichen Verstärkungen der RF-Kette, entsprechend einem Satz von RF-Ketten-Temperaturen,
Messen des Satzes von RF-Ketten-Temperaturen, und
Bestimmen der Verschiebungsverstärkungs- und Temperaturbeziehung basierend auf dem Satz von tatsächlichen Verstärkungen und dem Satz von RF-Ketten-Temperaturen; und
die Konfigurations-Schaltungsanordnung angeordnet ist zum Konfigurieren einer RF-Kette mit einem Vorspannungssteuerungs-Vektor entsprechend der Zielverstärkung.

16. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 13-15, wobei zum Messen des Satzes von tatsächlichen Verstärkungen der RF-Kette die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ausgebildet ist, den Satz von tatsächlichen Verstärkungen der RF-Kette in einer RF-Ketten-Messung mit offenem Regelkreis zu messen.

17. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 13-16, wobei die Verstärkungssteuerungs-Schaltungsanordnung ferner ausgebildet ist, jeden Satz von Vorspannungssteuerungs-Vektoren für die entsprechende RF-Kette zu charakterisieren.

18. Die Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 13-17, wobei die Vorrichtung ein Radarsystem eines autonom fahrenden Fahrzeugs ist und ferner den RF-Sendeempfänger umfasst.

19. Ein Verfahren zum Betreiben eines Sendeempfängers, umfassend:
Bestimmen oder Verursachen des Bestimmens eines Vorspannungssteuerungs-Vektors, basierend auf einer Zielverstärkung von zumindest einem Radiofrequenz- (RF) Sender oder - Empfänger des Sendeempfängers gemäß einer Verstärkungs-Tabelle einer Mehrzahl von RF-Verstärkungswerten des zumindest einen RF-Senders oder -Empfängers, die jeweiligen Vorspannungssteuerungs-Vektoren zugeordnet sind;
Konfigurieren oder Verursachen des Bestimmens aktiver RF-Komponenten des zumindest einen RF-Senders oder -Empfängers mit dem Vorspannungssteuerungs-Vektor, wobei der Vorspannungssteuerungs-Vektor einen Satz von Steuerwerten umfasst, wobei jeder Steuerwert ausgebildet ist, eine entsprechende aktive RF-

Komponente der aktiven RF-Komponenten des zumindest einen RF-Senders oder -Empfängers zu konfigurieren;
Messen oder Verursachen des Messens einer tatsächlichen Verstärkung des zumindest einen RF-Senders oder -Empfängers basierend auf einer Messung des konfigurierten zumindest einen RF-Senders oder -Empfängers; und
Aktualisieren oder Verursachen des Aktualisierens der Verstärkungstabelle basierend auf der tatsächlichen Verstärkung.

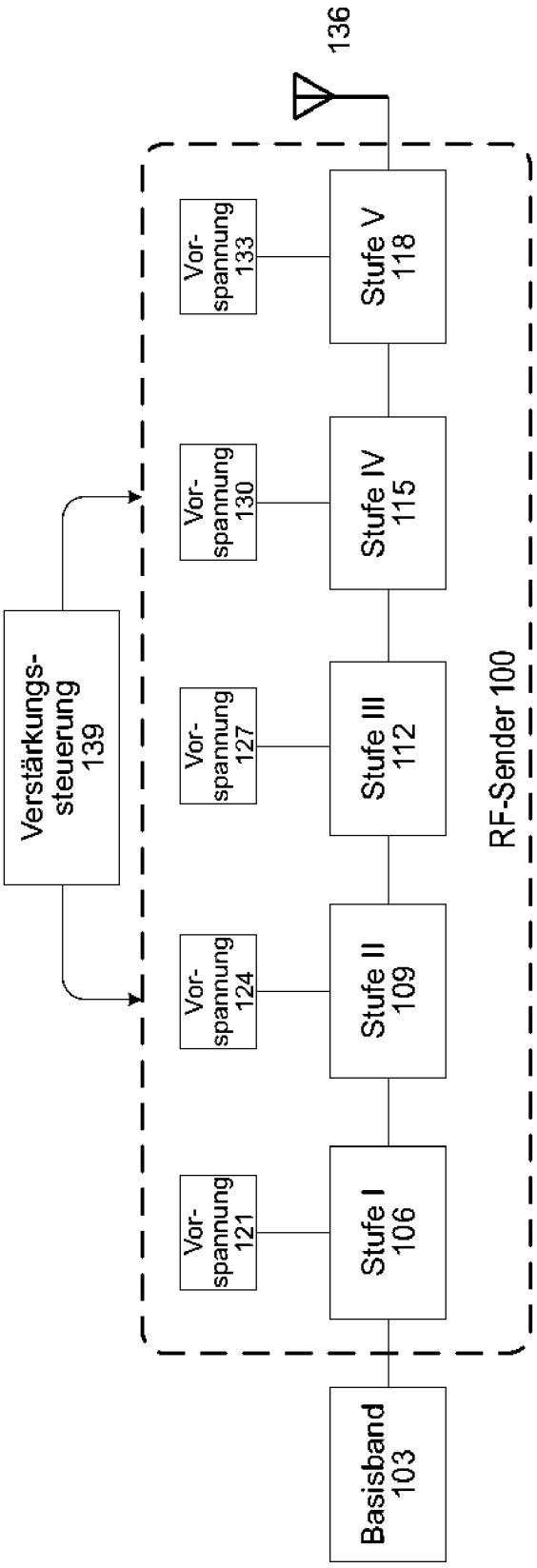
20. Das Verfahren gemäß Anspruch 19, wobei jeder Verstärkungswert der Mehrzahl von Verstärkungswerten einer Verstärkung entspricht, die der zumindest eine RF-Sender oder -Empfänger ausgebildet ist, konfiguriert zu sein bereitzustellen.

21. Das Verfahren gemäß Anspruch 20, wobei das Aktualisieren der Verstärkungstabelle ausgebildet ist, den Zielverstärkungswert mit der tatsächlichen Verstärkung zu aktualisieren.

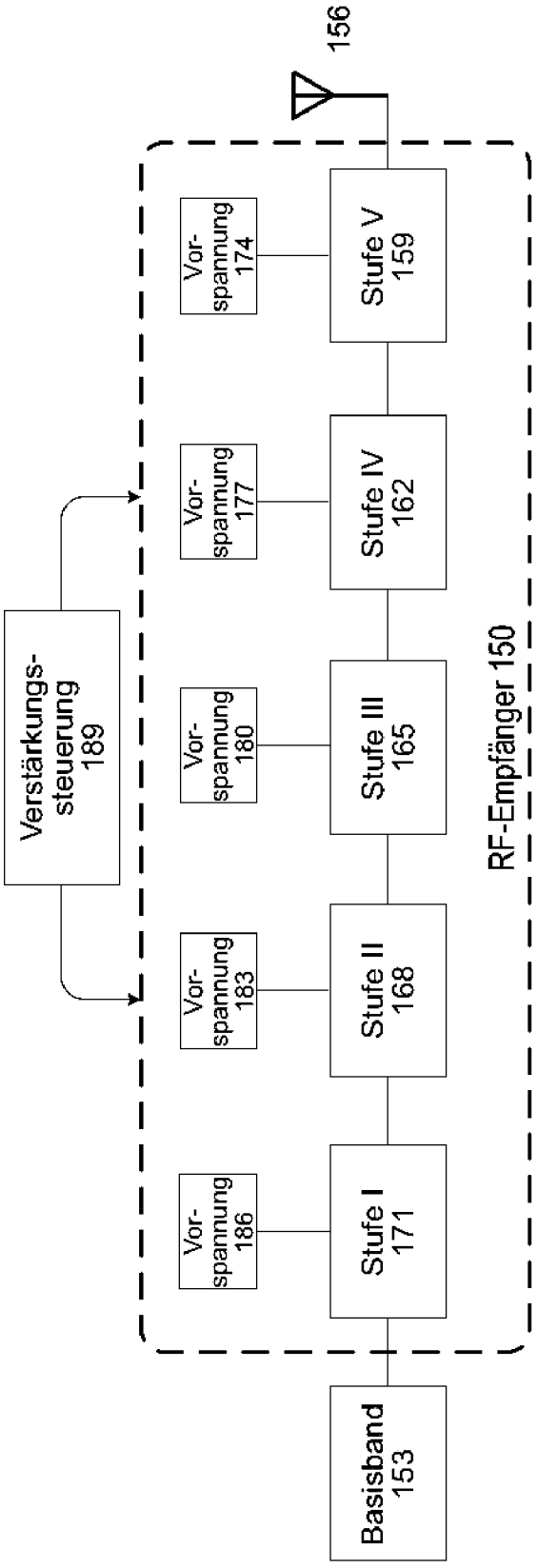
22. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 19-21, wobei der Sendeempfänger ein Sendeempfänger eines Radarsystems eines autonomen Fahrzeugs ist, und wobei das Bestimmen, Konfigurieren, Messen und Aktualisieren lokal während des Einschaltens oder Resets des Radarsystems ausgeführt werden.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

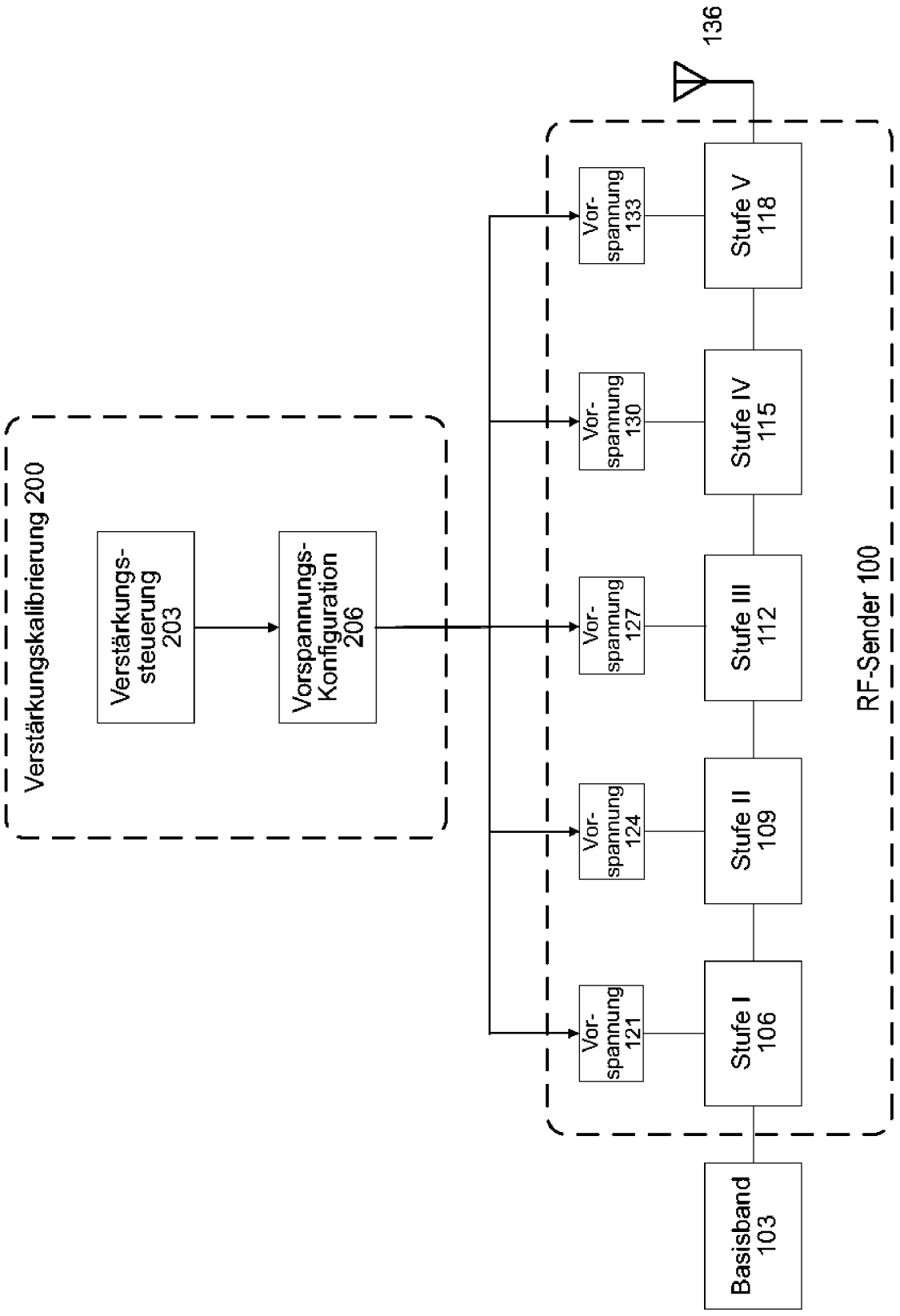
Anhängende Zeichnungen



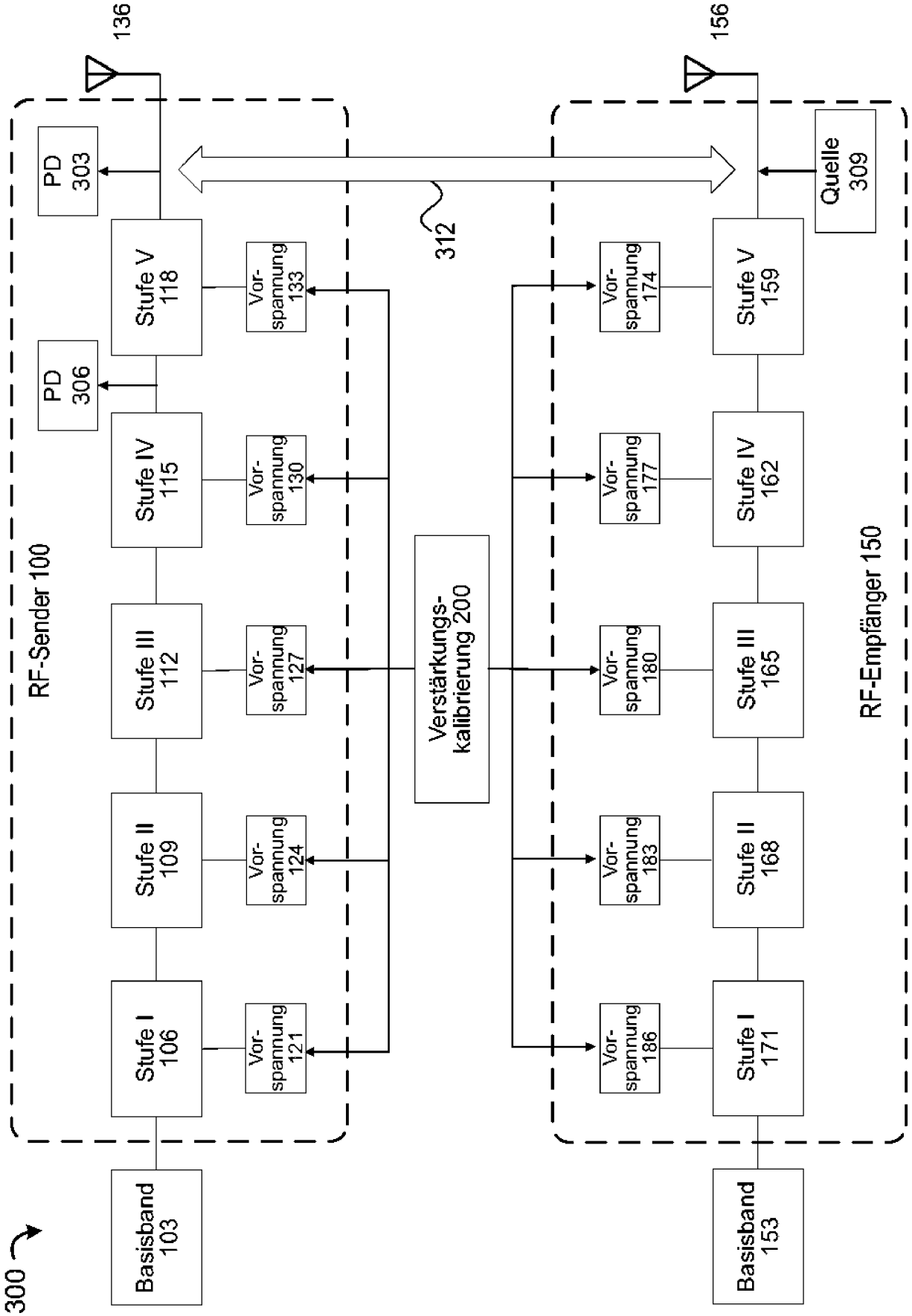
Figur 1A



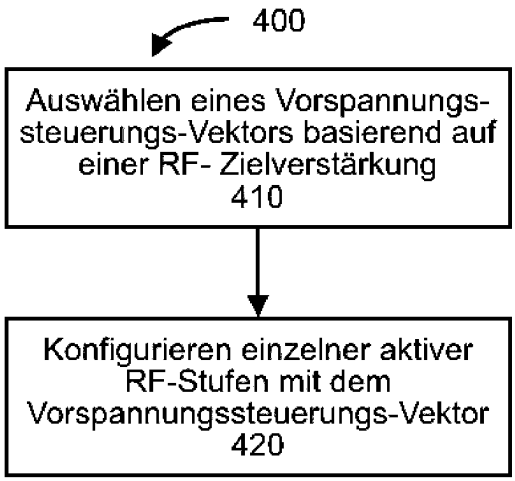
Figur 1B


136
Verstärkungskalibrierung 200
Verstärkungs-steuerung 203
Vorspannungs-Konfiguration 206
Vor-spannung 133
Vor-spannung 130
Vor-spannung 127
Vor-spannung 124
Vor-spannung 121
Stufe V 118
Stufe IV 115
Stufe III 112
Stufe II 109
Stufe I 106
RF-Sender 100
Basisband 103

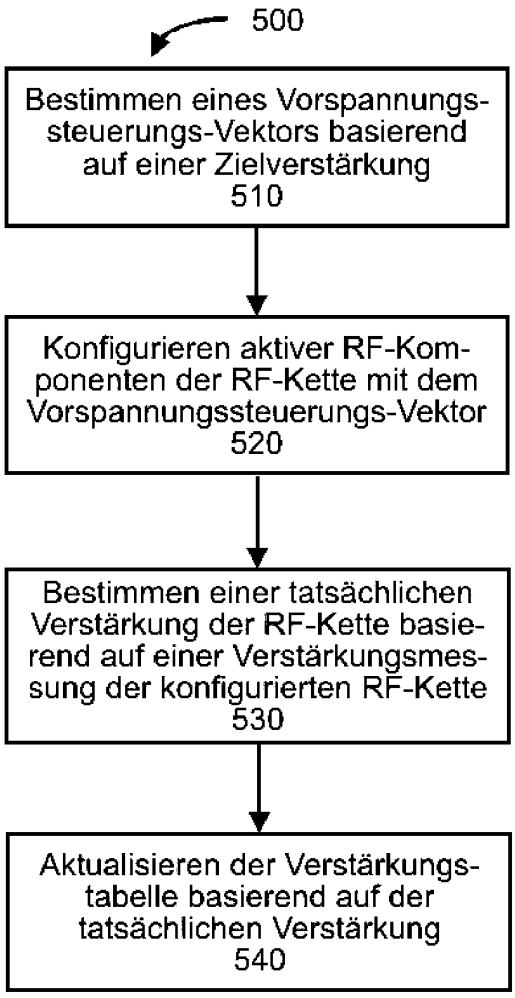
Figur 2


300
136
156
RF-Sender 100
RF-Empfänger 150
PD 303
PD 306
Quelle 309
312
Stufe V 118
Stufe IV 115
Stufe III 112
Stufe II 109
Stufe I 106
Vor-spannung 133
Vor-spannung 130
Vor-spannung 127
Vor-spannung 124
Vor-spannung 121
Verstärkungs-kalibrierung 200
Vor-spannung 174
Vor-spannung 177
Vor-spannung 180
Vor-spannung 183
Vor-spannung 186
Stufe V 159
Stufe IV 162
Stufe III 165
Stufe II 168
Stufe I 171
Basisband 103
Basisband 153

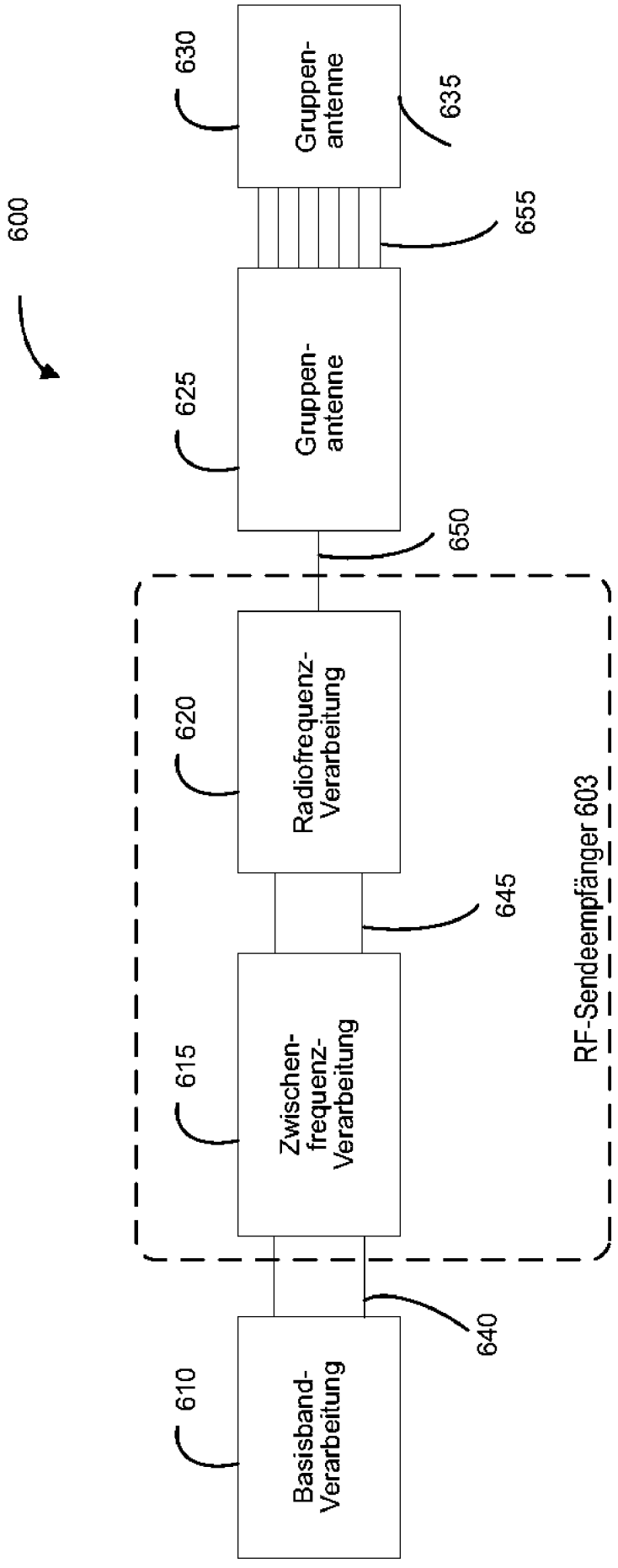
Figur 3


400
Auswählen eines Vorspannungs-steuerungs-Vektors basierend auf einer RF- Zielverstärkung
410
Konfigurieren einzelner aktiver RF-Stufen mit dem Vorspannungssteuerungs-Vektor
420

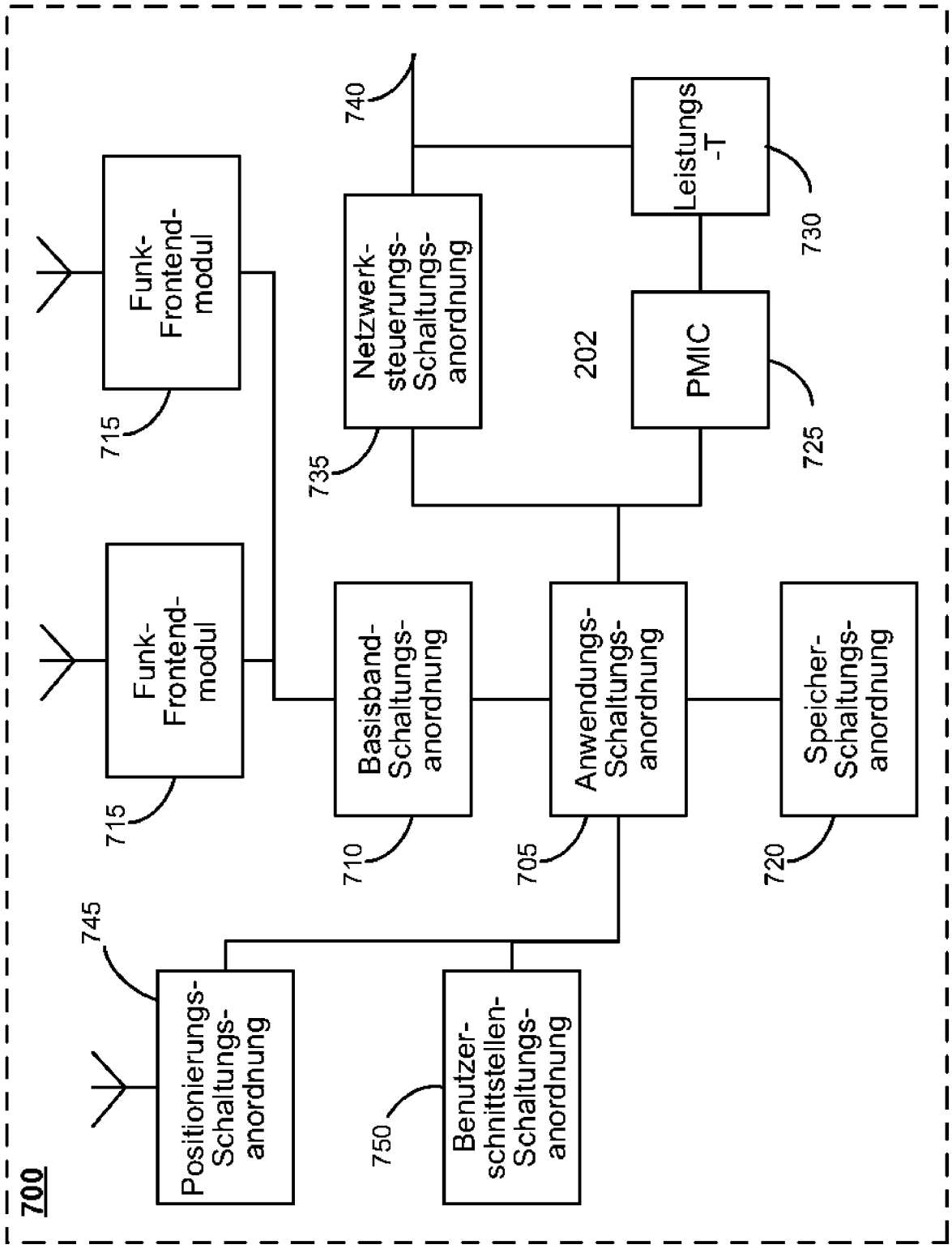
Figur 4


500
Bestimmen eines Vorspannungs-steuerungs-Vektors basierend auf einer Zielverstärkung
510
Konfigurieren aktiver RF-Komponenten der RF-Kette mit dem Vorspannungssteuerungs-Vektor
520
Bestimmen einer tatsächlichen Verstärkung der RF-Kette basierend auf einer Verstärkungsmessung der konfigurierten RF-Kette
530
Aktualisieren der Verstärkungstabelle basierend auf der tatsächlichen Verstärkung
540

Figur 5


600
630
Gruppen-antenne
635
655
625
Gruppen-antenne
650
620
Radiofrequenz-Verarbeitung
645
615
Zwischen-frequenz-Verarbeitung
RF-Sendeempfänger 603
640
610
Basisband-Verarbeitung

Figur 6



Figur 7

Das Dokument wurde durch die Firma Jouve erstellt.