



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
14.08.2024 Patentblatt 2024/33

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01Q 3/46 (2006.01)

(21)

Anmeldenummer: 23155666.3

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01Q 3/46

(22)

Anmeldetag: 08.02.2023

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71)

Anmelder: Siemens AG Österreich
1210 Wien (AT)

(72)

Erfinder:

- Mayer, Lukas Walter
1190 Wien (AT)
- Hofmann, Andreas
1140 Wien (AT)
- Resel, Leopold
1030 Wien (AT)
- Schiefer, Martin
3100 St. Pölten (AT)

(74)

Vertreter: Siemens Patent Attorneys
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54)

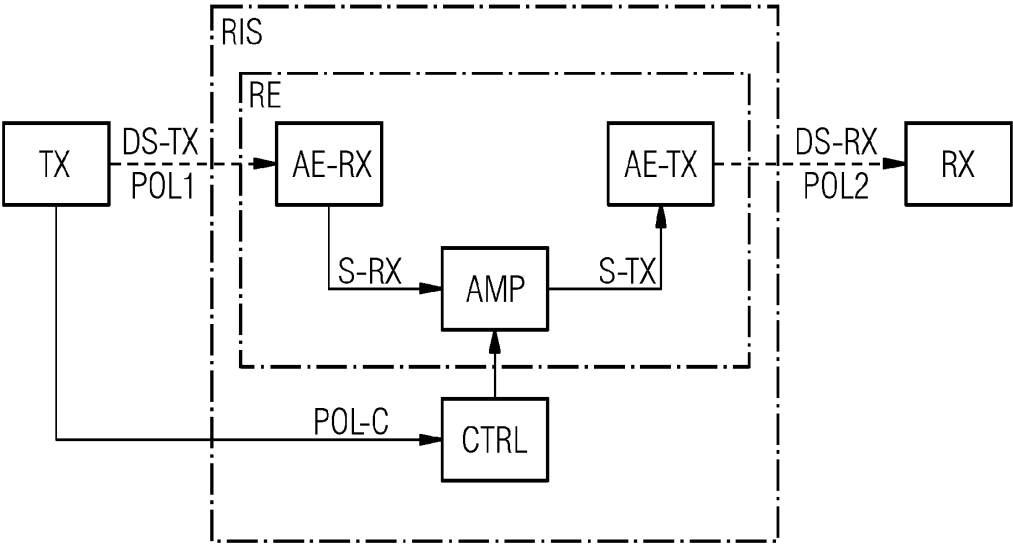
ELEKTRONISCH STEUERBARER REFLEKTOR UND SYSTEM

(57)

Elektronisch steuerbarer Reflektor (RIS), umfassend zumindest ein Reflektor-Element (RE), aufweisend jeweils zumindest ein erstes Antennen-Element (AE-RX), welches dazu eingerichtet ist, ein Eingangssignal (DS-TX) als Eingangssignal (S-RX) mit einer ersten Polarisation (POL1) zu empfangen, und eine Verstärker-Vorrichtung (AMP, UNI-AMP, Bi-AMP), welche dazu eingerichtet ist, das Eingangssignal (S-RX) elektronisch zu verstärken und als Ausgangssignal (S-TX) auszugeben, und zumindest ein zweites Antennen-Element

(AE-TX), welches dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal (S-TX) mit einer zweiten Polarisation (POL2) als Sendesignal (DS-RX) zu senden, und eine Steuer-Vorrichtung (CTRL), welche dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal (S-TX) in Betrag und/oder Phase mit elektronischen Steuer-Mitteln zu steuern, um eine steuerbare Antennencharakteristik des Reflektors auszubilden, und dass sich die zweite Polarisation (POL2) von der ersten Polarisation (POL1) unterscheidet.

FIG 2



Processed by Luminess, 75001 PARIS (FR)

EP 4 415 175 A1

Beschreibung

[0001] *Unabhängig vom grammatikalischen Geschlecht eines bestimmten Begriffes sind Personen mit männlicher, weiblicher oder anderer Geschlechteridentität mit umfasst.*

[0002] Die Erfindung betrifft einen elektronisch steuerbaren Reflektor und ein System mit einem elektronisch steuerbaren Reflektor.

[0003] Mit einem elektronisch steuerbaren Reflektor (engl. "reflective intelligent surface", kurz RIS) kann eine Funkkommunikation bei höheren Frequenzen, wie beispielsweise ab 20 GHz, und mit Hindernissen zwischen einem Sender und einem Empfänger verbessert werden. Eine RIS besteht meist aus mehreren Antennenelementen, deren Größe und Geometrie im Allgemeinen gleich sind. Die Antennenelemente werden geometrisch an der Oberfläche eines Trägers angeordnet, wobei im Allgemeinen speziellen Regeln gefolgt wird. Beispielsweise werden runde Antennenelemente mit einem Abstand von z.B. 0,8 Wellenlängen in einer hexagonalen Form angeordnet werden.

[0004] Ein Antennenelement empfängt entsprechend der jeweiligen Antenneneigenschaften mit einem bestimmten Gewinn die einfallende Leistungswelle des Senders. Mit einer Elektronik im Element wird diese Energie reflektiert und in Amplitude und/oder Phase verändert. Die Ansteuerung der Elektronik in den einzelnen Elementen wird so gewählt, dass die Summe der Einzelreflexionen der Antennenelemente sich am Empfänger konstruktiv überlagern.

[0005] Durch Verwendung eines elektronisch steuerbaren Reflektors kann eine Kommunikation zwischen Sender und Empfänger auch bei einer verdeckten Verbindung (engl. "Non-Line of Sight") sichergestellt werden. Die Reichweite der Funkkommunikation wird beispielsweise durch den Pegelplan bestimmt, d.h. die Summe an Leistungsverlusten vom Sender bis zum Empfänger und der Berücksichtigung der Sendeleistung, der Empfängerempfindlichkeit und der Rauschleistung. In einem Pegelplan werden auch die Reflexionsverluste des elektronisch steuerbaren Reflektors berücksichtigt.

[0006] Das technische Ziel liegt darin, die Reflexionsverluste des elektronisch steuerbaren Reflektors möglichst klein zu halten und wenn möglich einen Reflexionsgewinn zu realisieren.

[0007] Im Stand der Technik gibt es mehrere technische Möglichkeiten die Verluste eines elektronisch steuerbaren Reflektors klein zu halten und den Reflektor-Reflexionsgewinn zu vergrößern:

- Einsatz einer großen RIS-Fläche mit vielen einzelnen Antennen-Elementen,
- Verwendung von einzelnen Antennen-Elementen mit hoher Effizienz, beispielsweise mit geringen ohmschen Verlusten, und einem großen Antennengewinn,
- Einsatz einer Ansteuer Elektronik der einzelnen Antennen-Elemente mit wenig Reflexionsverlusten oder sogar Verstärkung.
- Gemeinsame Optimierung der Ansteuerungseinstellungen der einzelnen Antennen-Elemente, um eine bestmögliche Feldstärkenüberlagerung der Reflexionen von den Antenneneinzelementen am Ort des Empfängers zu erreichen.

[0008] Das Problem liegt darin, dass all diese Punkte Limitierungen und Einschränkungen unterliegen und weitere Verbesserungen gesucht werden.

[0009] Bei Systemen nach dem Stand der Technik besteht eine latente Neigung zu Eigenschwingungen aufgrund der Verstärkung in der RIS-Ansteuer Elektronik. Bis dato musste die Verstärkung oft so weit reduziert werden, dass keine Schwingneigung mehr besteht. Das Ergebnis war, dass die Verluste in der RIS damit ausgeglichen wurden, darüber hinaus aber nur sehr kleine Verstärkungen gewählt werden konnten.

[0010] Dadurch entstanden Limitierungen, wie eine Sende-Empfangs-Isolation, welche das Verhältnis zwischen dem in das Strahlungselement hineingeschickten Signal und dem vom Strahlungselement zurückgeworfenen Signal. Dem Strahlungselement sind in diesem Zusammenhang auch Richtkoppler, Isolatoren und dergleichen zuzuordnen.

[0011] Ferner ist die Inter-Element-Isolation limitiert, welche die Isolation zu den benachbarten RIS-Antennen-Elementen darstellt.

[0012] Die erzielbaren Isolationen sind gering und stark von der unmittelbaren Umgebung abhängig. Besonders bei Frequenzen im Millimeterwellen-Bereich oberhalb von 20 GHz haben auch Fertigungs- und Bauteiltoleranzen einen nennenswerten Einfluss auf die Isolation.

[0013] Es ist daher Aufgabe der Erfindung die Nachteile im Stand der Technik durch eine einfache und effiziente Lösung zu überwinden.

[0014] Die Aufgabe wird durch einen elektronisch steuerbaren Reflektor gelöst, umfassend zumindest ein Reflektor-Element, wobei jeweils beinhaltet ist:

- zumindest ein erstes Antennen-Element, welches dazu eingerichtet ist, ein Eingangssignal als Eingangssignal mit einer ersten Polarisation zu empfangen, und
- eine Verstärker-Vorrichtung, welche dazu eingerichtet ist, das Eingangssignal elektronisch zu verstärken und als Ausgangssignal auszugeben, und
- zumindest ein zweites Antennen-Element, welches dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal mit einer zweiten Polarisation als Sendesignal zu senden, und
- eine Steuer-Vorrichtung, welche dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal in Betrag und/oder Phase mit elektronischen Steuer-Mitteln zu steuern, um eine steuerbare Antennencharakteristik des Reflektors auszubilden, und dass sich die zweite Polarisation von der ersten Polarisation unterscheidet.

[0015] Damit kann eine deutlich höhere Isolation erzielt werden, was wiederum ermöglicht die Verstärkung in den RIS-Elementen gegenüber dem Stand der Technik deutlich zu erhöhen.

[0016] Die zweite Polarisation liegt gegenüber der ersten Polarisation bevorzugt orthogonal, also bei einer linearen Polarisation vorzugsweise um 90° verdreht oder bei einer zirkularen Polarisation in die andere Richtung drehend, beispielsweise linksdrehend für die erste Polarisation und rechtsdrehend für die zweite Polarisation oder umgekehrt. Dadurch wird der Eingangskanal und der Ausgangskanal des Antennen-Elements vorteilhaft entkoppelt.

[0017] Solange die Verstärkung kleiner ist als die Isolation, kann eine Stabilität der RIS, also ein oszillationsfreier Betrieb, erzielt werden. Dies gilt sowohl für die Sende-Empfangs-Isolation als auch für die Inter-Element-Isolation.

[0018] Die gesendeten und empfangenen Signale weisen unterschiedliche Polarisationen auf. Es ist jedoch im vorliegenden Zusammenhang klar, dass im Allgemeinen die Polarisationen der Signale auch durch verschiedene Effekte bei der Signalübertragung, wie Reflexionen, unerwünscht beeinflusst werden können. Diese unerwünschten Effekte werden im vorliegenden Zusammenhang nicht gesondert berücksichtigt und der genannte Unterschied in der Polarisation beider Signale ist nicht auf das erfindungsgemäße Merkmal anwendbar, in welchem sich im Verfahren das Signal mit der zweiten Polarisation vom Signal mit der ersten Polarisation unterscheidet.

[0019] Die RIS kann ferner dazu eingerichtet sein, die Antennencharakteristik des Reflektors so auszubilden, dass eine möglichst geringe Dämpfung der Funksignale zwischen Sender, Reflektor und Empfänger eingestellt wird, was durch eine gezielte Auswahl von einzelnen Antennenelementen und deren dazu entsprechend angepassten Ansteuerung in Betrag und/oder Phase erreicht werden kann.

[0020] Der elektronisch steuerbare Reflektor kann eine große Anzahl an Reflektor-Elementen aufweisen, beispielsweise 10, 50, 100, oder auch mehr.

[0021] Die Antennen-Elemente können in unterschiedlichen Anordnungen realisiert werden.

[0022] Beispielsweise können die Antennen-Elemente für den Empfang und für das Senden alternierend angeordnet werden, um den Reflektor zu bilden.

[0023] Alternativ können beispielsweise zwei Reflektoren nebeneinander angeordnet werden. Einer dieser Reflektoren dient mit Antennen-Elementen als Empfänger mit einer ersten Polarisation, und der andere Reflektor als Sender mit einer zweiten Polarisation, oder der andere Reflektor kann bei linearer Polarisation gegenüber dem Empfänger um 90° gedreht montiert werden.

[0024] Durch die Lösung kann eine hohe Verstärkung bei gleichzeitig stabilem Betrieb erreicht werden, wobei eine Oszillation der Verstärker vermieden werden kann.

[0025] Ferner kann die Anzahl an Antennen-Elementen bei gleicher Reflektor-Wirkung reduziert werden. Beispielsweise halbiert eine Verstärkung von 3 dB die Anzahl der notwendigen Elemente, beziehungsweise halbiert sich die durch die RIS benötigte Fläche.

[0026] Durch geringere notwendige Elementanzahl vergrößert sich die Keulenbreite der Richtcharakteristik der RIS in Richtung Empfänger. Es ist damit weniger genaues "Zielen" nötig, bzw. Bewegungen im Szenario haben geringere Auswirkungen und das Finden von Funkteilnehmern, wie beispielsweise durch einen Scan in zwei Raumwinkeln, erfordert weniger Iterationen und erfolgt damit schneller.

[0027] Die Lösung ist zudem vorteilhaft für Energieverbrauchsoptimierungen.

[0028] Elektronische Steuer-Mittel zur Steuerung von Signalen in Betrag und/oder Phase sind im Stand der Technik bekannt, beispielsweise elektronische Phasenschieber, Spannungsteiler oder elektronische Verstärker in digitaler oder analoger Ausführung, wobei beispielsweise bei digitalen Phasenschiebern zwei oder mehrere Zustände gesteuert werden können.

[0029] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Reflektor dazu eingerichtet ist, bei einer Betriebsfrequenz von zumindest 20 GHz zu arbeiten.

[0030] Insbesondere bei Betriebsfrequenzen einer RIS von über 20 GHz lassen sich eine hinreichend hohe Anzahl an Antennen-Elementen realisieren.

[0031] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das zumindest eine erste Antennen-Element und das zumindest eine zweite Antennen-Element durch eine gemeinsame Antennen-Struktur gebildet ist, und die Verstärker-Vorrichtung einen bidirektionalen Signal-Verstärker umfasst, welcher Signale entweder in die Empfangsrichtung oder

die Senderichtung zurück verstärken kann.

[0032] Beim Einsatz von bidirektionalen Verstärkern anstelle von unidirektionalen Verstärkern, welche in alternierenden RIS-Elementen eingesetzt werden, kann mithilfe einer zeitlichen Steuerung die RIS zu einer Zeit horizontal empfangen und vertikal reflektieren und zu einer anderen Zeit mit umgekehrter Polarisation. Dabei liegt der Vorteil darin, dass wenn es der RIS bekannt ist, welche Polarisation aktuell als Eingangssignal eintrifft, zusätzliche, in der Polarisation entsprechend konfigurierte Elemente einen Beitrag zur Verstärkung liefern können.

[0033] Aus Sicht des Funksystems ist ferner kein nennenswerter Unterschied der Kanaleigenschaften für Up- und Downlink erkennbar. Es gibt keine Einschränkungen für das verwendete Funksystem.

[0034] Außerdem ist aus Sicht des Funksystems die Verwendung einer bestimmten Polarisation vorteilhaft, denn einfache Endgeräte unterstützen häufig nur eine Polarisation, oder es existieren Umgebungsbedingungen, die eine Polarisation begünstigen oder schwächen. Dementsprechend ermöglicht die bidirektional verstärkende RIS die Verwendung der jeweils besten Verbindung.

[0035] Eine weitere Erweiterung ist durch eine Ansteuerelektronik gegeben, welche einerseits rein passiv wirken kann, und andererseits auch verstärkend (uni- und/oder bidirektional) arbeiten kann.

[0036] Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, dass gewählt werden kann, ob Verstärkung und damit mehr Versorgungsenergie erforderlich ist, oder nicht. Die RIS kann energieoptimiert mit ausreichender Performance eingestellt und betrieben werden. Diese Eigenschaft ist insbesondere für Anwendungsfälle mit hoher Verfügbarkeit, also ein 24h/365d-Betrieb, relevant.

[0037] Dadurch kann der Reflektor auf eine bevorzugte Polarisationsebene vorab eingestellt werden und es können Empfangsverluste reduziert werden.

[0038] Elektronische Mittel zum Einstellen der Polarisation sind im Stand der Technik bekannt, wie beispielsweise die Verwendung von getrennten Einspeisepunkten an einer entsprechenden Antenne, wie einer Patch-Antenne oder die Verwendung von orthogonal angeordneten Dipol-Antennen.

[0039] Die Aufgabe wird durch ein System gelöst, umfassend einen Funk-Sender zum Senden eines Daten-Sendesignals mit elektronischen Mitteln zum Steuern der Polarisation des Datensignals, einen elektronisch steuerbaren Reflektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Reflektieren des Daten-Sendesignals, einen Funk-Empfänger zum Empfang des reflektierten Datensignals und eine mit dem Funk-Sender mit einem Kommunikationsmittel verbundene System-Steuer-Vorrichtung, wobei der Funk-Sender dazu eingerichtet ist, eine vorbestimmte Polarisation mit dessen elektronischen Mitteln einzustellen und Informationen über diese Polarisation mithilfe des Kommunikationsmittels an die System-Steuer-Vorrichtung zu übertragen, und die System-Steuer-Vorrichtung dazu eingerichtet ist, die Polarisation am Reflektor beim Empfangen des Datensignals mithilfe der jeweiligen elektronischen Mittel zum Einstellen der Polarisation einzustellen.

[0040] Dadurch kann der Reflektor auf eine bevorzugte Polarisation vorab eingestellt werden und es können Empfangsverluste reduziert werden.

[0041] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass das System einen ersten Funk-Sender nach dem erfindungsgemäßen System und einen zweiten Funk-Sender umfasst, sowie einen ersten Funk-Empfänger nach dem erfindungsgemäßen System und einen zweiten Funk-Empfänger, wobei der erste Funk-Sender und der erste Funk-Empfänger einen ersten Transceiver bilden, und der zweite Funk-Sender und der zweite Funk-Empfänger einen zweiten Transceiver bilden, und ein steuerbarer Reflektor nach dem erfindungsgemäßen System, welcher dazu eingerichtet ist, den ersten Transceiver mit dem zweiten Transceiver mithilfe einer Funk-Verbindung über den Reflektor zu verbinden, und der erste Funk-Sender dazu eingerichtet ist, zu einem ersten Zeitpunkt ein erstes Datensignal mit einer ersten Polarisation zu senden, und der zweite Funk-Sender dazu eingerichtet ist, zu einem nachfolgenden zweiten Zeitpunkt ein zweites Datensignal mit einer zweiten Polarisation zu senden, welche sich von der ersten Polarisation unterscheidet.

[0042] Der Reflektor kann so eingerichtet werden, dass der erste Transceiver auf der ersten Polarisation sendet und empfängt, und der zweite Transceiver auf der zweiten Polarisation sendet und empfängt.

[0043] Dadurch ist mit der Erweiterung des Funksystems durch eine RIS keine Veränderung beziehungsweise Anpassung der bestehenden Übertragungstechnik zwischen den Transceivern nötig. Diese können weiterhin zum Senden und Empfangen dieselben Antennen, und somit auch dieselben Polarisationen verwenden.

[0044] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den beigeschlossenen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt:

Fig. 1 Ein Symbolische Darstellung für einen elektronisch steuerbaren Reflektor,

Fig. 2 ein Blockschalbild des elektronisch steuerbaren Reflektors,

Fig. 3 eine Darstellung für ein Antennen-Element nach dem Stand der Technik,

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für ein Antennen-Element mit eingefügtem unidirektionalem Verstärker und zwei An-

tennen-Anschlüssen für unterschiedliche Polarisationen,

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel für zwei Antennen-Elemente mit jeweils eingefügtem unidirektionalem Verstärker und zwei Antennen-Anschlüssen für unterschiedliche Polarisationen,

Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel für ein Antennen-Element mit eingefügtem bidirektionalem Verstärker und zwei Antennen-Anschlüssen für unterschiedliche Polarisationen.

[0045] Fig. 1 zeigt symbolisch ein Beispiel für einen elektronisch steuerbaren Reflektor RIS mit einer Vielzahl an runden Antennen-Elementen AE, welche auf einem planaren Schaltungsträger mit hexagonaler Kontur angeordnet sind.

[0046] Fig. 2 stellt ein Blockschalbild des elektronisch steuerbaren Reflektors RIS und eines Funk-Kommunikationssystems dar.

[0047] Der elektronisch steuerbare Reflektor RIS umfasst eine Vielzahl an Reflektor-Elementen RE, welche jeweils ein Empfangs-Antennen-Element AE-RX und ein Sende-Antennen-Element AE-TX aufweisen. Ein Reflektor RIS kann eine Vielzahl von Reflektor-Elementen RE umfassen.

[0048] Jedes Reflektor-Element RE weist ein erstes Antennen-Element AE-RX auf, welches dazu eingerichtet ist, ein von einem Sender TX gesendetes Signal DS-TX als Empfangssignal mit einer ersten Polarisation POL1 als Eingangssignal S-RX zu empfangen.

[0049] Ferner ist eine Verstärker-Vorrichtung AMP vorgesehen, welche dazu eingerichtet ist, das Eingangssignal S-RX elektronisch zu verstärken und als Ausgangssignal S-TX an das Sende-Antennen-Element AE-TX auszugeben.

[0050] Jedes Reflektor-Element RE weist ein zweites Antennen-Element AE-TX auf, welches dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal S-TX mit einer zweiten Polarisation POL2 als Sendesignal DS-RX an einen Empfänger RX zu senden.

[0051] Ferner ist eine Steuer-Vorrichtung CTRL vorgesehen, welche dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal S-TX in Betrag und/oder Phase mit elektronischen Steuer-Mitteln zu steuern, um eine steuerbare Antennencharakteristik des Reflektors auszubilden und dass sich die zweite Polarisation POL2, beispielsweise eine vertikale Polarisation, von der ersten Polarisation POL1, beispielsweise eine horizontale Polarisation, unterscheidet.

[0052] Die Verstärker-Vorrichtung AMP kann von einem Reflektor-Element RE mit umfasst sein.

[0053] Der Reflektor RIS ist vorzugsweise dimensioniert, bei einer Betriebsfrequenz von zumindest 20 GHz zu arbeiten.

[0054] Das erste Antennen-Element AE-RX und das zweite Antennen-Element AE-TX sind optional durch eine gemeinsame Antennen-Struktur AE gebildet, welche zusammen mit der Verstärker-Vorrichtung AMP das Reflektor-Element RE bildet.

[0055] Die Verstärker-Vorrichtung AMP kann einen bidirektionalen Signal-Verstärker umfassen.

[0056] In einem speziellen Ausführungsbeispiel wird die Verstärker-Vorrichtung AMP so gesteuert, dass gerade das Antennenelement AE-RX oder AE-TX, welches die bessere Übertragungsqualität des Signals DS-TX mit Polarisation POL1 gewährleistet als empfangendes Element verwendet wird. Gleichzeitig wird das jeweils andere Antennenelement AE-TX oder AE-RX zum Senden des Signals DS-RX mit der Polarisation POL2 verwendet. Die Einstellung beziehungsweise Ansteuerung erfolgt optional mithilfe eines Ansteuersignals POL-C, welches von dem Sender TX übertragen wird. Die Ansteuerung POL-C der System-Steuer-Vorrichtung CTRL ist in der Figur getrennt von dem Daten-Sendesignal DS-TX dargestellt. Diese Darstellung ist nur eine logische Repräsentation, denn das Daten-Sendesignal DS-TX und das Signal zur Ansteuerung der Polarisation POL-C können optional über denselben Funkkanal übertragen werden, aber alternativ auch über getrennte Übertragungskanäle.

[0057] In einem weiteren Ausführungsbeispiel weist ein System einen Funk-Sender TX zum Senden eines Daten-Sendesignals DS-TX mit elektronischen Mitteln zum Steuern der Polarisation POL1 des Datensignals, einen erfindungsgemäßen elektronisch steuerbaren Reflektor RIS zum Reflektieren des Daten-Sendesignals DS-TX, einen Funk-Empfänger RX zum Empfang des reflektierten Datensignals DS-RX und eine System-Steuer-Vorrichtung CTRL auf.

[0058] Die System-Steuer-Vorrichtung CTRL ist dazu eingerichtet, die Polarisation POL2 beim Senden des Datensignals DS-RX am Reflektor RIS mithilfe der jeweiligen elektronischen Mittel zum Einstellen der Polarisation einzustellen.

[0059] Elektronische Mittel zum Einstellen der Polarisation sind im Stand der Technik bekannt, wie beispielsweise die Verwendung von getrennten Einspeisepunkten an einer entsprechenden Antenne, wie einer Patch-Antenne oder die Verwendung von orthogonal angeordneten Dipol-Antennen.

[0060] Der Funk-Sender TX kann ferner dazu eingerichtet sein, zu einem ersten Zeitpunkt ein erstes Datensignal mit einer ersten Polarisation zu senden, und zu einem nachfolgenden zweiten Zeitpunkt ein zweites Datensignal mit einer zweiten Polarisation zu senden, welche sich von der ersten Polarisation unterscheidet.

[0061] Dabei kann der steuerbare Reflektor dazu eingerichtet sein, das erste und das zweite Datensignal zum Funk-Empfänger zu reflektieren, welcher die beiden Signale empfängt.

[0062] Das gezeigte System stellt nur einen uni-direktionalen Signalpfad vom Sender TX über den Reflektor RIS zum Empfänger RX dar. Es ist jedoch klar, dass das System auch bidirektional arbeiten kann, und der Sender TX und der

Empfänger RX jeweils durch einen Transceiver gebildet sein können, welche Daten senden und empfangen können. Es impliziert auch, dass eine System-Steuer-Vorrichtung CTRL von dem Sender des Transceivers, welcher den Empfänger RX umfasst, im entsprechenden Sendemodus angesteuert wird. Mit anderen Worten kann die System-Steuer-Vorrichtung CTRL optional mit dem Transceiver des Senders TX sowie mit dem Transceiver des Empfängers RX verbunden sein. Der besseren Übersicht wegen ist diese Funktionalität jedoch nicht dargestellt.

[0063] Es ist auch vorteilhaft, wenn die RIS nur mit einem der Transceiver verbunden ist, nämlich wenn der Transceiver von einer "Basisstation" umfasst ist. In der Basisstation sind alle Daten zu Sende- und Empfangszeitpunkten sowie der Senderrichtungen (Up-/Downlink) aller Teilnehmer bekannt.

[0064] In einem speziellen Ausführungsbeispiel ist ein System vorgesehen, umfassend einen Funk-Sender TX zum Senden eines Daten-Sendesignals DS-TX mit elektronischen Mitteln zum Steuern der Polarisisation POL1 des Datensignals, einen elektronisch steuerbaren Reflektor RIS zum Reflektieren des Daten-Sendesignals DS-TX, einen Funk-Empfänger RX zum Empfang des reflektierten Datensignals DS-RX und eine mit dem Funk-Sender TX mit einem Kommunikationsmittel verbundene System-Steuer-Vorrichtung CTRL.

[0065] Der Funk-Sender TX ist dazu eingerichtet, eine vorbestimmte Polarisisation POL1 mit dessen elektronischen Mitteln einzustellen und Informationen über diese Polarisisation POL1 mithilfe des Kommunikationsmittels an die System-Steuer-Vorrichtung CTRL zu übertragen.

[0066] Eine vorbestimmte Polarisisation POL1 wird am Funk-Sender TX mit dessen elektronischen Mitteln eingestellt.

[0067] Diese Polarisisation POL1 wird mithilfe des Kommunikationsmittels an die System-Steuer-Vorrichtung CTRL übertragen.

[0068] Die System-Steuer-Vorrichtung CTRL ist dazu eingerichtet, die Polarisisation POL1 am Reflektor RIS beim Empfangen des Datensignals DS-TX mithilfe der jeweiligen elektronischen Mittel zum Einstellen der Polarisisation einzustellen.

[0069] In einem weiteren speziellen Ausführungsbeispiel ist ein System vorgesehen, umfassend einen ersten Funk-Sender TX und einen zweiten Funk-Sender, sowie einen ersten Funk-Empfänger RX und einen zweiten Funk-Empfänger.

[0070] Der erste Funk-Sender TX und der erste Funk-Empfänger RX bilden einen ersten Transceiver.

[0071] Der zweite Funk-Sender und der zweite Funk-Empfänger bilden einen zweiten Transceiver.

[0072] Ein steuerbarer Reflektor RIS ist dazu eingerichtet, den ersten Transceiver mit dem zweiten Transceiver mithilfe einer Funk-Verbindung und den Reflektor RIS zu verbinden.

[0073] Der erste Funk-Sender TX ist dazu eingerichtet, zu einem ersten Zeitpunkt ein erstes Datensignal mit einer ersten Polarisisation zu senden.

[0074] Der zweite Funk-Sender ist dazu eingerichtet, zu einem nachfolgenden zweiten Zeitpunkt ein zweites Datensignal mit einer zweiten Polarisisation zu senden, welche sich von der ersten Polarisisation unterscheidet.

[0075] In **Fig. 3** ist ein Antennen-Element nach dem Stand der Technik gezeigt.

[0076] Ein Antennen-Element AE empfängt ein Signal, führt das Signal einem Teiler-Schaltkreis DIV zu, verstärkt das empfangene Signal mit einem unidirektionalen Verstärker UNI-AMP, und führt das verstärkte Signal, über den Teiler DIV wieder dem Antennen-Element AE zum Abstrahlen zu.

[0077] Dabei kann es bei zu groß gewählter Verstärkung des Verstärkers UNI-AMP zu einer unerwünschten Oszillation der Anordnung kommen.

[0078] **Fig. 4** stellt ein Ausführungsbeispiel für ein Antennen-Element mit eingefügtem unidirektionalem Verstärker und zwei Antennen-Anschlüssen für unterschiedliche Polarisationen dar.

[0079] Ein Antennen-Element AE empfängt ein Signal über einen ersten Einspeiseanschluss, welcher nur eine vertikale Polarisationsebene VER erfasst, verstärkt das empfangene Signal mit einem unidirektionalem Verstärker UNI-AMP, und führt das verstärkte Signal wieder dem Antennen-Element AE zum Abstrahlen zu, jedoch über einen zweiten Einspeiseanschluss mit unterschiedlicher, horizontaler Polarisationsebene HOR gegenüber der Polarisationssebene VER des ersten Einspeiseanschlusses.

[0080] Die vertikale Polarisationssebene VER entspricht der ersten Polarisisation POL1 gemäß den vorhergehenden Figuren, und die horizontale Polarisationssebene HOR entspricht der zweiten Polarisisation POL2 gemäß den vorhergehenden Figuren, welche sich von der ersten Polarisisation POL1 unterscheidet.

[0081] **Fig. 5** zeigt ein Ausführungsbeispiel für zwei Antennen-Elemente mit jeweils eingefügtem unidirektionalem Verstärker und zwei Antennen-Anschlüssen für unterschiedliche Polarisationen HOR und VER.

[0082] Die Anordnung entspricht einer zweifach ausgeführten Anordnung nach der vorhergehenden Figur, jedoch wird für zwei verschiedene Polarisationssebenen HOR und VER ein separater Signalpfad bereitgestellt.

[0083] **Fig. 6** stellt ein Ausführungsbeispiel für ein Antennen-Element mit eingefügtem bidirektionalem Verstärker BI-AMP und zwei Antennen-Anschlüssen für unterschiedliche Polarisationen dar, wobei durch den bidirektionalen Verstärker BI-AMP ein einzelner Signalpfad für beide Einspeiseanschlüsse für eine horizontale und vertikale Polarisationssebene HOR und VER vorgesehen ist.

Bezugszeichenliste:**[0084]**

5	AE, AE-RX, AE-TX	Antennen-Element
	DIV	Richtkoppler
	DS-RX	an einen Empfänger gesendetes Signal, Sendesignal des Reflektors
	DS-TX	von einem Sender TX gesendetes Signal, Empfangssignal des Reflektors
	HOR	horizontale Polarisierung
10	POL1, POL2	Polarisation
	RIS	elektronisch steuerbarer Reflektor
	AMP, UNI-AMP, BI-AMP	Verstärker
	RE	Reflektor-Element
	RX	Empfänger
15	TX	Sender
	VER	vertikale Polarisierung

Patentansprüche

- 20
1. Elektronisch steuerbarer Reflektor (RIS), umfassend eine Mehrzahl von Reflektor-Elementen (RE), **gekennzeichnet durch** jeweils

25 ein erstes Antennen-Element (AE-RX), welches dazu eingerichtet ist, ein Empfangssignal (DS-TX) als Eingangssignal (S-RX) mit einer ersten Polarisierung (POL1) zu empfangen, und eine Verstärker-Vorrichtung (AMP, UNI-AMP, BI-AMP), welche dazu eingerichtet ist, das Eingangssignal (S-RX) elektronisch zu verstärken und als Ausgangssignal (S-TX) auszugeben, und ein zweites Antennen-Element (AE-TX), welches dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal (S-TX) mit einer zweiten Polarisierung (POL2) als Sendesignal (DS-RX) zu senden, und

30 eine Steuer-Vorrichtung (CTRL), welche dazu eingerichtet ist, das Ausgangssignal (S-TX) in Betrag und/oder Phase mit elektronischen Steuer-Mitteln zu steuern, um eine steuerbare Antennencharakteristik des Reflektors auszubilden, und dass sich die zweite Polarisierung (POL2) von der ersten Polarisierung (POL1) unterscheidet.
 - 35 2. Reflektor (RIS) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Reflektor (RIS) dazu eingerichtet ist, bei einer Betriebsfrequenz von zumindest 20 GHz zu arbeiten.
 3. Reflektor (RIS) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zumindest eine erste Antennen-Element (AE-RX) und das zumindest eine zweite Antennen-Element (AE-TX) durch eine gemeinsame Antennen-Struktur (AE) gebildet ist.
 - 40 4. Reflektor (RIS) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verstärker-Vorrichtung (AMP) einen bidirektionalen Signal-Verstärker (BI-AMP) umfasst, welcher dazu eingerichtet ist, von der Steuer-Vorrichtung (CTRL) in seiner Richtung, und in Betrag und/oder in Phase, gesteuert zu werden.
 - 45 5. System, umfassend einen Funk-Sender (TX) zum Senden eines Daten-Sendesignals (DS-TX) mit elektronischen Mitteln zum Steuern der Polarisierung (POL1) des Datensignals, einen elektronisch steuerbaren Reflektor (RIS) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Reflektieren des Daten-Sendesignals (DS-TX), einen Funk-Empfänger (RX) zum Empfang des reflektierten Datensignals (DS-RX) und eine mit dem Funk-Sender (TX) mit einem Kommunikationsmittel verbundene System-Steuer-Vorrichtung (CTRL), wobei der Funk-Sender (TX) dazu eingerichtet ist, eine vorbestimmte Polarisierung (POL1) mit dessen elektronischen Mitteln einzustellen und Informationen über diese Polarisierung (POL1) mithilfe des Kommunikationsmittels an die System-Steuer-Vorrichtung (CTRL) zu übertragen, und die System-Steuer-Vorrichtung (CTRL) dazu eingerichtet ist, die Polarisierung (POL1) am Reflektor (RIS) beim Empfangen des Datensignals (DS-TX) mithilfe der jeweiligen elektronischen Mittel zum Einstellen der Polarisierung einzustellen.
 - 50 6. System nach dem vorhergehenden Anspruch, umfassend einen ersten Funk-Sender (TX) nach dem System des vorhergehenden Anspruchs und einen zweiten Funk-Sender, sowie einen ersten Funk-Empfänger (RX) nach dem
 - 55

EP 4 415 175 A1

System des vorhergehenden Anspruchs und einen zweiten Funk-Empfänger, wobei der erste Funk-Sender (TX) und der erste Funk-Empfänger (RX) einen ersten Transceiver bilden, und der zweite Funk-Sender und der zweite Funk-Empfänger einen zweiten Transceiver bilden, und ein steuerbare Reflektor (RIS) nach dem System des vorhergehenden Anspruchs, welcher dazu eingerichtet ist, den ersten Transceiver mit dem zweiten Transceiver mithilfe einer Funk-Verbindung und den Reflektor (RIS) zu verbinden, und der erste Funk-Sender (TX) dazu eingerichtet ist, zu einem ersten Zeitpunkt ein erstes Datensignal mit einer ersten Polarisierung zu senden, und der zweite Funk-Sender dazu eingerichtet ist, zu einem nachfolgenden zweiten Zeitpunkt ein zweites Datensignal mit einer zweiten Polarisierung zu senden, welche sich von der ersten Polarisierung unterscheidet.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

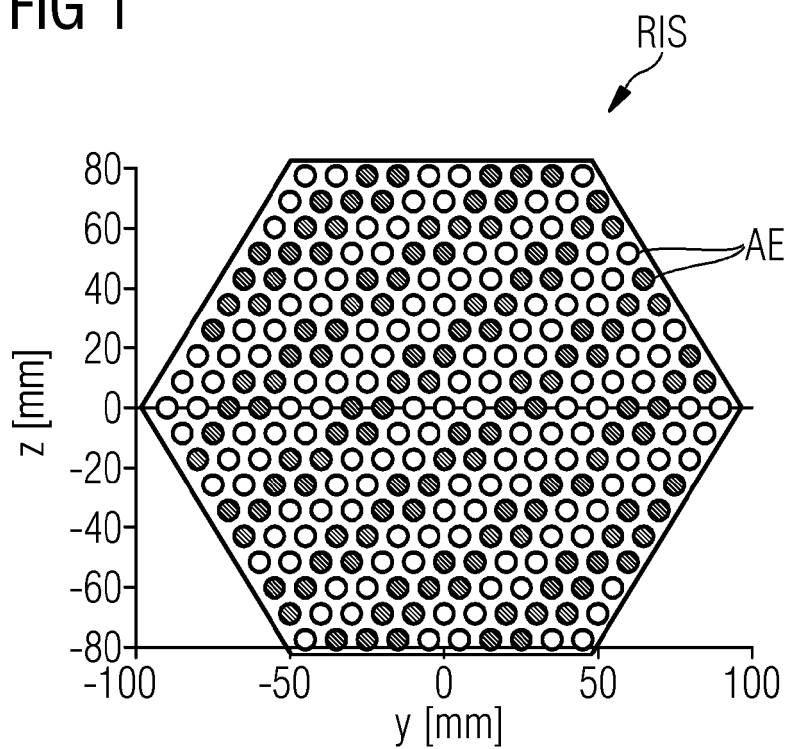


FIG 2

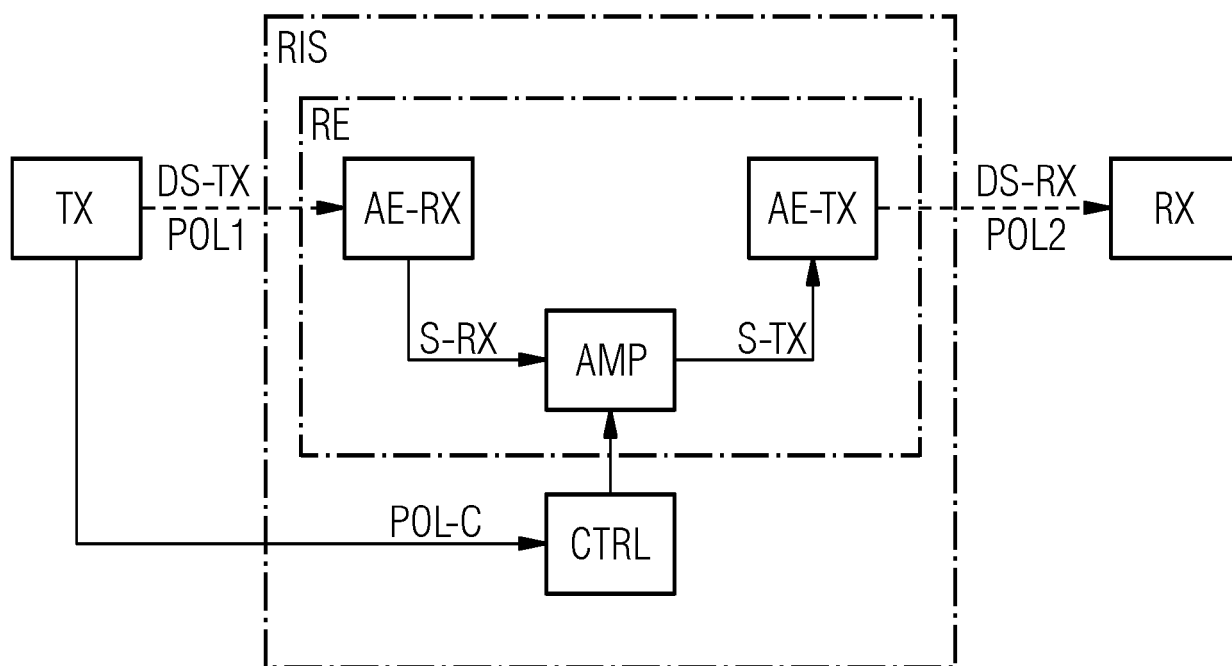


FIG 3

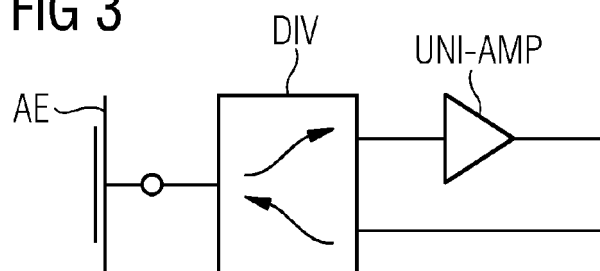


FIG 4

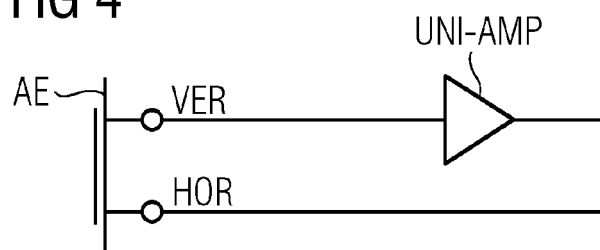


FIG 5

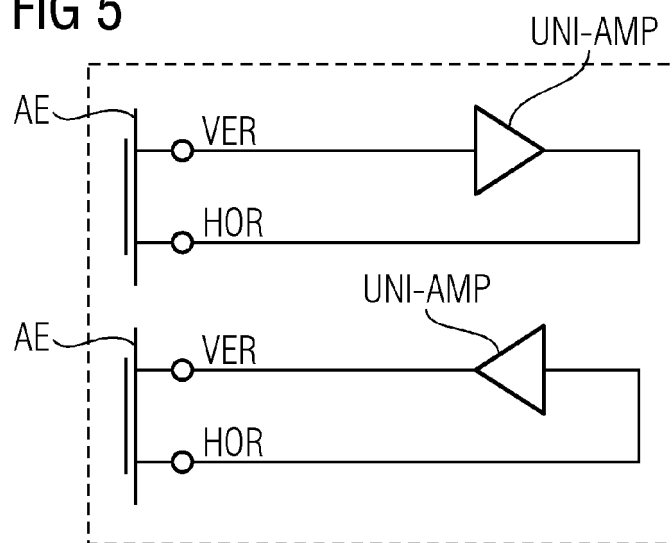
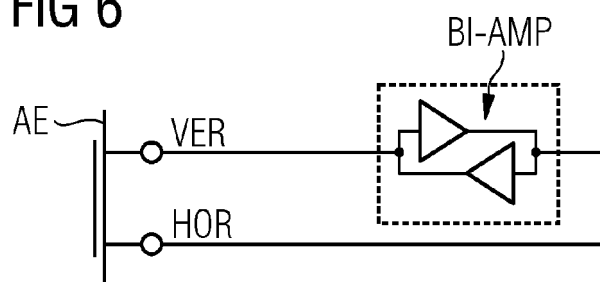


FIG 6





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 5666

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/196193 A1 (BROWN KENNETH W [US] ET AL) 7. Oktober 2004 (2004-10-07)	1-3	INV. H01Q3/46
Y	* Abbildungen 1, 2, 11, 12 * * Absätze [0009] - [0063] *	4	
Y	----- CN 114 188 726 A (YANGTZE RIVER DELTA INSTITUTE OF RESEARCH HUZHOU OF ELECTROTECHNICS UN) 15. März 2022 (2022-03-15)	4	
A	* Abbildungen 7, 8 * * Absätze [0010] - [0015] *	1-3	
X	US 2013/162490 A1 (BLECH MARCEL [DE]) 27. Juni 2013 (2013-06-27)	1-3, 5, 6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01Q
	* Abbildungen 1-18C * * Absätze [0003] - [0106] *		
A	BIALKOWSKI M E ET AL: "INVESTIGATIONS INTO A POWER-COMBINING STRUCTURE USING A REFLECT ARRAY OF DUAL-FEED APERTURE-COUPLED MICROSTRIP PATCH ANTENNAS", IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, IEEE, USA, Bd. 50, Nr. 6, 1. Juni 2002 (2002-06-01), Seiten 841-849, XP001123069, ISSN: 0018-926X, DOI: 10.1109/TAP.2002.1017666 * Abbildungen 1(a)-5 * * abstract - V. Conclusion *	1-6	
A	US 2008/030420 A1 (LEE JAR J [US] ET AL) 7. Februar 2008 (2008-02-07)	1-6	
	* Abbildungen 1-10 * * Absätze [0021] - [0025], [0042] - [0060] *		
	----- -/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. Juli 2023	Prüfer Gehrmann, Elke
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 15 5666

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	FARZAMI FARHAD ET AL: "Reconfigurable Dual-Band Bidirectional Reflection Amplifier With Applications in Van Atta Array", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Bd. 65, Nr. 11, 1. November 2017 (2017-11-01), Seiten 4198-4207, XP093053786, USA ISSN: 0018-9480, DOI: 10.1109/TMTT.2017.2701832 * Abbildungen 1(a)-5 * * Abstract-V. Conclusion * -----	1-6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. Juli 2023	Prüfer Gehrmann, Elke
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 15 5666

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-07-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004196193 A1	07-10-2004	EP 1692743 A1	23-08-2006
		JP 2007514373 A	31-05-2007
		US 2004196193 A1	07-10-2004
		US 2007046547 A1	01-03-2007
		WO 2005060047 A1	30-06-2005
CN 114188726 A	15-03-2022	KEINE	
US 2013162490 A1	27-06-2013	CN 103178345 A	26-06-2013
		US 2013162490 A1	27-06-2013
US 2008030420 A1	07-02-2008	EP 2047562 A2	15-04-2009
		US 2008030420 A1	07-02-2008
		WO 2008019029 A2	14-02-2008

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82