

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
06. Januar 2022 (06.01.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/002935 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

H04B 5/00 (2006.01) H04W 4/80 (2018.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/067848

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juni 2021 (29.06.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 208 155.7
30. Juni 2020 (30.06.2020) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansasträße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **KILIAN, Gerd**; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Am Wolfsmantel 33, 91058 Erlangen (DE). **BERNHARD, Josef**; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Am Wolfsmantel 33, 91058 Erlangen (DE). **KOHLMANN, Martin**; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Am Wolfsmantel 33, 91058 Erlangen (DE). **KNEISSL, Jakob**; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Am

Wolfsmantel 33, 91058 Erlangen (DE). **ERETH, Stefan**; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Am Wolfsmantel 33, 91058 Erlangen (DE). **DRAEGER, Tobias**; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Am Wolfsmantel 33, 91058 Erlangen (DE). **WORM, Johannes**; c/o Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Am Wolfsmantel 33, 91058 Erlangen (DE).

(74) Anwalt: **SCHLENKER, Julian** et al.; Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler, Schenk & Partner mbB, Radlkofenstr. 2, 81373 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING DATA BETWEEN A USER TERMINAL AND ANOTHER DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ÜBERTRAGUNG VON DATEN ZWISCHEN EINEM BENUTZERENDGERÄT UND EINEM ANDEREN GERÄT

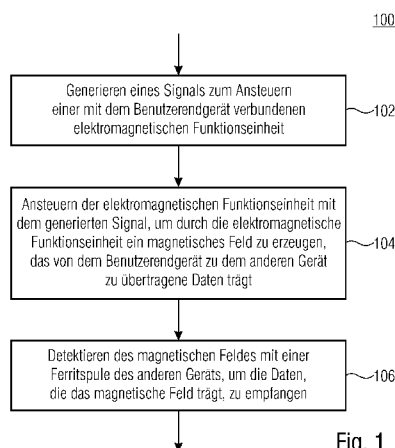


Fig. 1

102 Generating a signal for controlling an electromagnetic functional unit connected to the user terminal

104 Controlling the electromagnetic functional unit with the generated signal in order to generate a magnetic field by means of the electromagnetic functional unit, which magnetic field carries data to be transmitted from the user terminal to the other device

106 Detecting the magnetic field with a ferrite coil of the other device in order to receive the data carried by the magnetic field

(57) Abstract: Exemplary embodiments relate to a method for transmitting data between a user terminal and another device. The method comprises a step of generating a signal for controlling an electromagnetic functional unit connected to the user terminal. The method also comprises a step of controlling the electromagnetic functional unit with the generated signal in order to generate a magnetic field by means of the electromagnetic functional unit, which magnetic field carries data to be transmitted from the user terminal to the other device. The method further comprises a step of detecting the magnetic field with a ferrite coil of the other device in order to receive the data carried by the magnetic field.

(57) Zusammenfassung: Ausführungsbeispiele schaffen ein Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät. Das Verfahren umfasst einen Schritt des Generierens eines Signals zum Ansteuern einer mit dem Benutzerendgerät verbundenen elektromagnetischen Funktionseinheit. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Ansteuerns der elektromagnetischen Funktionseinheit mit dem generierten Signal, um durch die elektromagnetische Funktionseinheit ein magnetisches Feld zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät zu dem anderen Gerät zu übertragene Daten trägt. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Detektierens des magnetischen Feldes mit einer Ferritspule des anderen Geräts, um die Daten, die das magnetische Feld trägt, zu empfangen.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät

Beschreibung

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf ein Verfahren zum Übertragen von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät. Weitere Ausführungsbeispiele beziehen sich auf ein Benutzerendgerät, ein anderes Gerät und ein System mit einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät. Manche Ausführungsbeispiele beziehen sich auf eine kostengünstige Schnittstelle für Konfigurations- bzw. Wartungsanwendungen (engl. service applications). Manche Ausführungsbeispiele beziehen sich auf eine Konfiguration eines benutzerkonfigurierbaren Geräts mittels eines Benutzerendgeräts.

Herkömmlicherweise werden benutzerkonfigurierbare Geräte, wie z.B. IoT-Knoten (z.B. Sensorknoten, Aktorknoten) oder WLAN-Kameras, über eine drahtgebundene Verbindung konfiguriert. Hierzu sind jedoch mehrere elektrische Kontakte sowohl am zu konfigurierenden Gerät als auch an dem zur Konfiguration des Geräts eingesetzten Benutzerendgerät, z.B. einem Mobiltelefon, erforderlich.

Alternativ können benutzerkonfigurierbare Geräte über eine Funkverbindung konfiguriert werden. Hierzu werden jedoch dedizierte Sende/Empfangsbausteine benötigt.

Des Weiteren können benutzerkonfigurierbare Geräte über eine optische Verbindung konfiguriert werden. Hierzu sind jedoch sowohl eine Sichtverbindung als auch dedizierte optische Komponenten erforderlich.

Darüber hinaus können benutzerkonfigurierbare Geräte über eine akustische Verbindung konfiguriert werden, wie dies beispielsweise bei Rauchmeldern üblich ist. Der Einsatz einer akustischen Verbindung erfordert jedoch ein Mikrofon im Gerät.

Ferner können benutzerkonfigurierbare Geräte mittels einer magnetischen Kopplung konfiguriert werden. Üblicherweise wird hierbei auf NFC (NFC = near field communication, dt. Nahfeldkommunikation) zurückgegriffen, wozu jedoch zusätzliche NFC Bausteine im Gerät erforderlich sind. Erschwerend kommt hinzu, dass nicht alle Benutzerendgeräte NFC

unterstützen. Beispielweise unterstützen aktuell verfügbare iPhones ® über NFC nur lesen, jedoch nicht schreiben.

Aus [1] ist ein Verfahren zum Übertragen von Daten von einem Benutzerendgerät zu einem anderen Gerät bekannt. Das Verfahren umfasst einen Schritt des Generierens eines Signals zum Ansteuern eines elektromagnetischen Aktuators eines Lautsprechers des Benutzerendgeräts, und einen Schritt des Ansteuerns des elektromagnetischen Aktuators mit dem generierten Signal, um durch den elektromagnetischen Aktuator ein magnetisches Feld zu erzeugen, das die Daten trägt.

Aus [2] ist ein Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät bekannt. Das Verfahren umfasst einen Schritt des Generierens eines Signals zum Ansteuern eines mit dem Benutzerendgerät verbundenen elektromagnetischen Schwingkreises. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Ansteuerns des elektromagnetischen Schwingkreises mit dem generierten Signal, um durch den elektromagnetischen Schwingkreis ein magnetisches Feld zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät zu dem anderen Gerät zu übertragene Daten trägt.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Konzept zu schaffen, welches einen noch einfacheren Hardwareaufbau ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Patentansprüche gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen finden sich in den abhängigen Patentansprüchen.

Ausführungsbeispiele schaffen ein Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät. Das Verfahren umfasst einen Schritt des Generierens eines Signals zum Ansteuern einer mit dem Benutzerendgerät verbundenen elektromagnetischen Funktionseinheit. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Ansteuerns der elektromagnetischen Funktionseinheit mit dem generierten Signal, um durch die elektromagnetische Funktionseinheit ein magnetisches Feld zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät zu dem anderen Gerät zu übertragene Daten trägt. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Detektierens des magnetischen Feldes mit einer Ferritspule des anderen Geräts, um die Daten, die das magnetische Feld trägt, zu empfangen.

Der Einsatz einer Ferritspule (z.B. anstelle eines elektromagnetischen Schwingkreises oder Lautsprechers) ermöglicht es die Hardwarekonfiguration zu vereinfachen (weniger Bauteile notwendig), wodurch die Hardwarekonfiguration kostengünstiger ist.

Bei Ausführungsbeispielen umfasst das Verfahren ferner einen Schritt des Auswertens eines von der Ferritspule ansprechend auf die Detektion des magnetischen Feldes bereitgestellten Signals, um die Daten, die das magnetische Feld trägt, zu erhalten [z.B. zu empfangen].

Bei Ausführungsbeispielen ist die Ferritspule eine SMD bestückbare Ferritspule.

Bei Ausführungsbeispielen weist die Ferritspule eine Induktivität im Bereich von 50 μH bis 5 mH auf.

Bei Ausführungsbeispielen ist eine Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes kleiner als 50 kHz.

Bei Ausführungsbeispielen weist die Ferritspule ein Volumen von weniger als 1500 mm^3 , bevorzugt von weniger als 1000 mm^3 und besonders bevorzugt von weniger als 500 auf.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit den Abmessungen 7.8 mm x 7.8 mm x 5.3 mm und demnach mit einem Volumen von 322 mm^3 handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule kleiner als 350 mm^3/mH , bevorzugt kleiner als 200 mm^3/mH und besonders bevorzugt kleiner als 100 mm^3/mH .

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule von 68,6 mm^3/mH handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes kleiner als 90 mm^3/kHz , bevorzugt kleiner als 60 mm^3/kHz und besonders bevorzugt kleiner als 30 mm^3/kHz .

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes von $17,71 \text{ mm}^3/\text{kHz}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten kleiner als $6 \text{ mm}^3/\text{mm}$, bevorzugt kleiner als $4 \text{ mm}^3/\text{mm}$ und besonders bevorzugt kleiner als $2 \text{ mm}^3/\text{mm}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten von $0,8 \text{ mm}^3/\text{mm}$ [z.B. bei einer Reichweite von 400 mm] handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule kleiner als $80 \text{ mm}^2/\text{mH}$, bevorzugt kleiner ist als $40 \text{ mm}^2/\text{mH}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $20 \text{ mm}^2/\text{mH}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule von $12,944 \text{ mm}^2/\text{mH}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes kleiner als $15 \text{ mm}^2/\text{kHz}$, bevorzugt kleiner als $10 \text{ mm}^2/\text{kHz}$ und besonders bevorzugt kleiner als $5 \text{ mm}^2/\text{kHz}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes von $3,34 \text{ mm}^2/\text{kHz}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten kleiner als $0,6 \text{ mm}^2/\text{mm}$, bevorzugt kleiner als $0,4 \text{ mm}^2/\text{mm}$ und besonders bevorzugt kleiner als $0,2 \text{ mm}^2/\text{mm}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten von $0,1521 \text{ mm}^2/\text{mm}$ [z.B. bei einer Reichweite von 400 mm] handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist eine magnetische Feldstärke des magnetischen Feldes empfängerseitig [z.B. am anderen Gerät bzw. an der Ferritspule] kleiner als $900\text{ }\mu\text{A/m}$, bevorzugt kleiner als $500\text{ }\mu\text{A/m}$ und besonders bevorzugt kleiner als $200\text{ }\mu\text{A/m}$.

Beispielweise kann eine magnetische Feldstärke des magnetischen Feldes $175\text{ }\mu\text{A/m}$ betragen.

Bei Ausführungsbeispielen ist die mit dem Benutzerendgerät verbundene elektromagnetische Funktionseinheit

- eine Spule eines Lautsprechers des Benutzerendgeräts,
- ein mit dem Benutzerendgerät verbundener elektromagnetischer Schwingkreis [z.B. LC-Schwingkreis], oder
- eine mit dem Benutzerendgerät verbundene Ferritspule.

Bei Ausführungsbeispielen sind die mit dem Benutzerendgerät verbundene elektromagnetische Funktionseinheit und die Ferritspule des anderen Geräts magnetisch gekoppelt, wobei ein Kopplungsfaktor der magnetischen Kopplung kleiner ist als $5\text{E-}05$, bevorzugt kleiner ist als $5\text{E-}06$, und besonders bevorzugt kleiner ist als $5\text{E-}07$.

Beispielsweise kann ein Kopplungsfaktor der magnetischen Kopplung kleiner sein als $1,71\text{E-}07$.

Bei Ausführungsbeispielen wird der Schritt des Detektierens des magnetischen Feldes durch das andere Gerät durchgeführt.

Bei Ausführungsbeispielen sind die Daten erste Daten, wobei das magnetische Feld ein erstes magnetisches Feld ist, wobei das Verfahren ferner einen Schritt des Erzeugens eines zweiten magnetischen Feldes mit der Ferritspule des anderen Geräts oder einer weiteren Ferritspule des anderen Geräts, wobei das zweite magnetische Feld von dem anderen Gerät zu dem Benutzerendgerät zu übertragene zweite Daten trägt, und einen Schritt des Detektierens des zweiten magnetischen Feldes mit der mit dem Benutzerendgerät verbundenen Ferritspule, um die zweiten Daten zu empfangen, aufweist.

Bei Ausführungsbeispielen wird das Signal zum Ansteuern der Ferritspule oder der weiteren Ferritspule des anderen Geräts aktiv generiert.

Bei Ausführungsbeispielen weist das Erzeugen des zweiten magnetischen Feldes folgende Schritte aufweist: Generieren eines zweiten Signals zum Ansteuern der Ferritspule oder der weiteren Ferritspule des anderen Geräts; und Ansteuern der Ferritspule oder der weiteren Ferritspule des anderen Geräts mit dem generierten zweiten Signal, um durch die Ferritspule oder die weitere Ferritspule des anderen Geräts das zweite magnetische Feld zu erzeugen, das die zweiten Daten trägt.

Bei Ausführungsbeispielen wird der Schritt des Erzeugens des zweiten Signals durch das andere Gerät durchgeführt.

Bei Ausführungsbeispielen wird das generierte Signal mit einem Audiosignalgenerator des Benutzerendgeräts generiert.

Bei Ausführungsbeispielen ist die elektromagnetische Funktionseinheit [z.B. elektromagnetischer Schwingkreis oder Ferritspule] über eine Audioschnittstelle [z.B. eine Klinkenbuchse, ein USB-C-Audio Anschluss oder ein Lightning-Audio Anschluss] des Benutzerendgeräts mit dem Audiosignalgenerator des Benutzerendgeräts verbunden.

Bei Ausführungsbeispielen wird das generierte Signal mit einem mit dem Benutzerendgerät verbundenen Signalgenerator generiert.

Bei Ausführungsbeispielen ist das Benutzerendgerät über eine drahtlose Schnittstelle [z.B. Bluetooth oder WLAN] mit dem Signalgenerator verbunden.

Beispielsweise kann das Benutzerendgerät über die drahtlose Schnittstelle mit einem externen Adapter verbunden sein, der den Signalgenerator aufweist.

Bei Ausführungsbeispielen ist die elektromagnetische Funktionseinheit [z.B. elektromagnetischer Schwingkreis oder Ferritspule] über eine drahtgebundene Schnittstelle mit dem Signalgenerator verbunden.

Weitere Ausführungsbeispiele schaffen ein Benutzerendgerät, wobei das Benutzerendgerät konfiguriert ist, um einen Signalgenerator anzusteuern ein Signal zum Ansteuern einer Ferritspule zu generieren und die Ferritspule mit dem generierten Signal anzusteuern, um durch die Ferritspule ein erstes magnetisches Feld zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät zu dem anderen Gerät zu übertragene erste Daten trägt.

Bei Ausführungsbeispielen ist der Signalgenerator ein Audiosignalgenerator, wobei das Benutzerendgerät den Audiosignalgenerator aufweist.

Bei Ausführungsbeispielen ist die Ferritspule über eine kabelgebundene Audioschnittstelle [z.B. eine Klinkenbuchse, ein USB-C-Audio Anschluss oder ein Lightning-Audio Anschluss] des Benutzerendgeräts mit dem Benutzerendgerät verbunden.

Bei Ausführungsbeispielen ist das Benutzerendgerät über eine drahtlose Schnittstelle [z.B. Bluetooth oder WLAN] mit dem Signalgenerator verbunden.

Beispielsweise kann das Benutzerendgerät über die drahtlose Schnittstelle mit einem externen Adapter verbunden sein, der den Signalgenerator aufweist.

Bei Ausführungsbeispielen ist die Ferritspule über eine kabelgebundene Schnittstelle mit dem Signalgenerator verbunden.

Bei Ausführungsbeispielen ist das Benutzerendgerät konfiguriert, um mittels eines Signaldetektors ein von dem anderen Gerät erzeugtes zweites magnetisches Feld mit der Ferritspule zu detektieren, um von dem anderen Gerät zu dem Benutzerendgerät zu übertragene zweite Daten zu empfangen, die das zweite magnetische Feld trägt.

Bei Ausführungsbeispielen ist der Signaldetektor ein Audiosignaldetektor, wobei das Benutzerendgerät den Audiosignaldetektor aufweist.

Bei Ausführungsbeispielen ist die Ferritspule über eine kabelgebundene Audioschnittstelle [z.B. eine Klinkenbuchse, ein USB-C-Audio Anschluss oder ein Lightning-Audio Anschluss] des Benutzerendgeräts mit dem Signaldetektor des Benutzerendgeräts verbunden.

Bei Ausführungsbeispielen ist das Benutzerendgerät über eine drahtlose Schnittstelle [z.B. Bluetooth oder WLAN] mit dem Signaldetektor verbunden.

Beispielsweise kann das Benutzerendgerät über die drahtlose Schnittstelle mit einem externen Adapter verbunden sein, der den Signaldetektor aufweist.

Bei Ausführungsbeispielen ist die Ferritspule über eine kabelgebundene Schnittstelle mit dem Signaldetektor verbunden.

Bei Ausführungsbeispielen ist das Benutzerendgerät ein Mobiltelefon oder Tablet.

Weitere Ausführungsbeispiele schaffen ein anderes Gerät. Das andere Gerät umfasst einen Mikrocontroller und eine Ferritspule zum Detektieren eines ersten magnetischen Feldes und zum Erzeugen eines zweiten magnetischen Feldes, wobei der Mikrocontroller konfiguriert ist, um das von der Ferritspule detektierte erste magnetische Feld auszuwerten, um erste Daten zu empfangen, die das erste magnetische Feld trägt, wobei der Mikrocontroller konfiguriert ist, um ein Signal zum Ansteuern der Ferritspule zu generieren, und um die Ferritspule mit dem generierten Signal anzusteuern, um durch die Ferritspule das zweite magnetische Feld zu erzeugen, wobei das zweite magnetische Feld zweite Daten trägt.

Bei Ausführungsbeispielen wird das Signal zum Ansteuern der Ferritspule aktiv generiert.

Bei Ausführungsbeispielen ist die Ferritspule eine SMD bestückbare Ferritspule.

Bei Ausführungsbeispielen weist die Ferritspule eine Induktivität im Bereich von 50 μH bis 5 mH auf.

Bei Ausführungsbeispielen ist eine Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes kleiner als 50 kHz.

Bei Ausführungsbeispielen weist die Ferritspule ein Volumen von weniger als 1500 mm^3 , bevorzugt von weniger als 1000 mm^3 und besonders bevorzugt von weniger als 500 auf.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit den Abmessungen 7.8 mm x 7.8 mm x 5.3 mm und demnach mit einem Volumen von 322 mm^3 handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule kleiner als 350 mm^3/mH , bevorzugt kleiner als 200 mm^3/mH und besonders bevorzugt kleiner als 100 mm^3/mH .

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule von 68,6 mm^3/mH handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes kleiner als $90 \text{ mm}^3/\text{kHz}$, bevorzugt kleiner als $60 \text{ mm}^3/\text{kHz}$ und besonders bevorzugt kleiner als $30 \text{ mm}^3/\text{kHz}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes von $17,71 \text{ mm}^3/\text{kHz}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten kleiner als $6 \text{ mm}^3/\text{mm}$, bevorzugt kleiner als $4 \text{ mm}^3/\text{mm}$ und besonders bevorzugt kleiner als $2 \text{ mm}^3/\text{mm}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten von $0,8 \text{ mm}^3/\text{mm}$ [z.B. bei einer Reichweite von 400 mm] handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule kleiner als $80 \text{ mm}^2/\text{mH}$, bevorzugt kleiner als $40 \text{ mm}^2/\text{mH}$ und besonders bevorzugt kleiner als $20 \text{ mm}^2/\text{mH}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule von $12,944 \text{ mm}^2/\text{mH}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes kleiner als $15 \text{ mm}^2/\text{kHz}$, bevorzugt kleiner als $10 \text{ mm}^2/\text{kHz}$ und besonders bevorzugt kleiner als $5 \text{ mm}^2/\text{kHz}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes von $3,34 \text{ mm}^2/\text{kHz}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten kleiner als $0,6 \text{ mm}^2/\text{mm}$, bevorzugt kleiner als $0,4 \text{ mm}^2/\text{mm}$ und besonders bevorzugt kleiner als $0,2 \text{ mm}^2/\text{mm}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten von $0,1521 \text{ mm}^2/\text{mm}$ [z.B. bei einer Reichweite von 400 mm] handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist eine magnetische Feldstärke des magnetischen Feldes empfängerseitig [z.B. am anderen Gerät bzw. an der Ferritspule] kleiner als $900 \text{ } \mu\text{A/m}$, bevorzugt kleiner als $500 \text{ } \mu\text{A/m}$ und besonders bevorzugt kleiner als $200 \text{ } \mu\text{A/m}$.

Beispielweise kann eine magnetische Feldstärke des magnetischen Feldes $175 \text{ } \mu\text{A/m}$ betragen.

Weitere Ausführungsbeispiele schaffen ein anderes Gerät. Das andere Gerät umfasst einen Mikrocontroller und eine Spule zum Detektieren eines ersten magnetischen Feldes und zum Erzeugen eines zweiten magnetischen Feldes, wobei der Mikrocontroller konfiguriert ist, um das von der Spule detektierte erste magnetische Feld auszuwerten, um erste Daten zu empfangen, die das erste magnetische Feld trägt, wobei der Mikrocontroller konfiguriert ist, um ein Signal zum Ansteuern der Spule zu generieren, und um die Spule mit dem generierten Signal anzusteuern, um durch die Spule das zweite magnetische Feld zu erzeugen, wobei das zweite magnetische Feld zweite Daten trägt, wobei die Spule

- [z.B. direkt] zwischen komplementären Pulsweitenmodulationsanschlüssen [z.B. PWM Pins] des Mikrocontrollers geschaltet ist,
- [z.B. direkt] zwischen Eingangs-/Ausgangs-Anschlüssen [z.B. IO Pins] des Mikrocontrollers geschaltet ist, wobei die Spule mit einer Vorspannung betrieben wird,
- [z.B. direkt] zwischen einem Pulsweitenmodulationsanschluss [z.B. PWM Pin] und einem Eingangs-/Ausgangs-Anschluss des Mikrocontrollers geschaltet ist, wobei die Spule mit einer Vorspannung [z.B. halber Eingangs-/Ausgangsspannung] betrieben wird, oder
- in einem Serienschwingkreis mit einem Kondensator zwischen einem Anschluss des Mikrocontrollers und einem Versorgungsanschluss geschaltet ist.

Bei Ausführungsbeispielen ist die Spule eine Ferritspule oder Luftspule.

Bei Ausführungsbeispielen ist das andere Gerät ein IoT-Knoten [z.B. Sensor- oder Aktorknoten] oder eine WLAN-Kamera.

Weitere Ausführungsbeispiele schaffen ein System mit einem Benutzerendgerät gem. einem der hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele und einem anderen Gerät gem. einem der hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele.

Weitere Ausführungsbeispiele schaffen ein Verfahren zur bidirektionalen Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät. Das Verfahren umfasst einen Schritt des Generierens eines ersten Signals zum Ansteuern einer mit dem Benutzerendgerät verbundenen ersten elektromagnetischen Funktionseinheit. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Ansteuerns der ersten elektromagnetischen Funktionseinheit mit dem ersten generierten Signal, um durch die erste elektromagnetische Funktionseinheit ein erstes magnetisches Feld zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät zu dem anderen Gerät zu übertragene erste Daten trägt. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Detektierens des ersten magnetischen Signals mit einer zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit des anderen Geräts, um die ersten Daten zu empfangen. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Generierens eines zweiten Signals zum Ansteuern der zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit des anderen Geräts. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Ansteuerns der zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit mit dem zweiten generierten Signal, um durch die zweite elektromagnetische Funktionseinheit ein zweites magnetisches Feld zu erzeugen, das von dem anderen Gerät zu dem Benutzerendgerät zu übertragene zweite Daten trägt. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Detektierens des zweiten magnetischen Signals mit der ersten elektromagnetischen Funktionseinheit, um die zweiten Daten zu empfangen, wobei das erste Signal und das zweite Signal unterschiedliche Trägerfrequenzen und/oder Datenraten aufweisen.

Bei Ausführungsbeispielen weist die erste elektromagnetische Funktionseinheit einen elektromagnetischen Schwingkreis oder eine Ferritspule auf.

Bei Ausführungsbeispielen weist die zweite elektromagnetische Funktionseinheit einen elektromagnetischen Schwingkreis oder eine Ferritspule auf.

Bei Ausführungsbeispielen wird nach einem Verbindungsaufbau zwischen dem Benutzerendgerät und dem anderen Gerät beim Generieren zumindest eines aus dem ersten Signal und dem zweiten Signal auf eine höhere Datenrate und/oder Trägerfrequenz gewechselt wird.

Bei Ausführungsbeispielen ist eine Bandbreite der zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit breiter als eine Bandbreite des ersten Signals bei einem Verbindungsaufbau.

Bei Ausführungsbeispielen weist die erste magnetische Funktionseinheit eine erste Ferritspule zum Erzeugen des ersten magnetischen Feldes und eine zweite Ferritspule zum Detektieren des zweiten magnetischen Feldes auf.

Bei Ausführungsbeispielen weist die zweite magnetische Funktionseinheit eine Ferritspule zum Detektieren des ersten magnetischen Feldes und zum Erzeugen des zweiten magnetischen Feldes auf.

Bei Ausführungsbeispielen weist das erste magnetische Signal zum Verbindungsaufbau zumindest zwei unterschiedliche Trägerfrequenzen auf, wobei das Verfahren ferner einen Schritt des Ermitteln einer Trägerfrequenz des zweiten magnetischen Signals, und einen Schritt des Anpassens der Trägerfrequenz des ersten magnetischen Signals nach dem Verbindungsbau basierend auf der ermittelten Trägerfrequenz des zweiten magnetischen Signals aufweist.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beziehen sich auf ein System zur preisgünstigen und allgemein verfügbaren Methode, Geräte, vor allem Sensorknoten, zu konfigurieren bzw. im Rahmen von Service Applikationen auszulesen und ggf. zu konfigurieren.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden bezugnehmend auf die beiliegenden Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Übertragen von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild eines Systems mit einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- Fig. 3 ein schematisches Blockschaltbild eines Systems mit einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

- Fig. 4 ein schematisches Blockschaltbild eines Systems mit einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 5 ein schematisches Blockschaltbild eines Systems mit einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 6 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zur bidirektionalen Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 7 in einem Diagramm die für die Kommunikation zwischen dem Benutzerendgerät und dem anderen Gerät verwendeten unterschiedlichen Datenraten, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 8 eine schematische Ansicht eines anderen Geräts mit einer Kommunikationsschaltung und der Spule, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und
- Fig. 9 in einem Diagramm für einen Verbindungsaufbau verwendete Trägerfrequenzen, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

In der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden in den Figuren gleiche oder gleichwirkende Elemente mit dem gleichen Bezugszeichen versehen, so dass deren Beschreibung untereinander austauschbar ist.

Fig. 1 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens 100 zur Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät.

Das Verfahren 100 umfasst einen Schritt 102 des Generierens eines Signals zum Ansteuern einer mit dem Benutzerendgerät verbundenen elektromagnetischen Funktionseinheit.

Ferner umfasst das Verfahren 100 einen Schritt 104 des Ansteuerns der elektromagnetischen Funktionseinheit mit dem generierten Signal, um durch die elektromagnetische

Funktionseinheit ein magnetisches Feld zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät zu dem anderen Gerät zu übertragene Daten trägt, und

Ferner umfasst das Verfahren 100 einen Schritt 106 des Detektierens des magnetischen Feldes mit einer Ferritspule des anderen Geräts, um die Daten, die das magnetische Feld trägt, zu empfangen.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele des in Fig. 1 gezeigten Verfahrens 100 zum Übertragen von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät anhand der Fig. 2, Fig. 3a und Fig. 3b näher erläutert.

Fig. 2 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Systems 110 mit einem Benutzerendgerät 120 und einem anderen Gerät 140, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Bei Ausführungsbeispielen umfasst das Benutzerendgerät 120 einen Signalgenerator 122 (z.B. einen Audiosignalgenerator, wie z.B. einen Verstärker) und eine elektromagnetische Funktionseinheit 126. Bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel wird beispielhaft davon ausgegangen, dass die elektromagnetische Funktionseinheit 126 ein Lautsprecher mit einem elektromagnetischen Aktuator 127 (z.B. einer Schwingspule) ist. Die Erfindung ist aber nicht auf solche Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr kann es sich bei der elektromagnetischen Funktionseinheit 126 auch um einen elektromagnetischen Schwingkreis oder eine Ferritspule handeln, die entweder intern oder extern [z.B. in einem externen Adapter] zu dem Benutzerendgerät 120 ausgeführt sein können.

Das Benutzerendgerät 120 (oder z.B. ein Prozessor 121 des Benutzerendgeräts 120) ist konfiguriert, um den Signalgenerator 122 anzusteuern ein Signal 124 zur Ansteuerung der elektromagnetischen Funktionseinheit 126 zu generieren, und um die elektromagnetische Funktionseinheit 126 mit dem generierten Signal 124 anzusteuern, um durch die elektromagnetische Funktionseinheit 126 ein magnetisches Signal (z.B. ein magnetisches Feld) 130 zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät 120 zu dem anderen Gerät 140 zu übertragene Daten (z.B. erste Daten) trägt.

Bei Ausführungsbeispielen umfasst das andere Gerät 140 eine Ferritspule 142 als magnetischen Detektor zum Detektieren des magnetischen Signals (z.B. magnetische Feld) 130, das die von dem Benutzerendgerät 120 zu dem anderen Gerät 140 zu übertragene Daten trägt, zu detektieren.

Bei Ausführungsbeispielen kann das andere Gerät 140 ferner einen Microcontroller 144 umfassen, der ausgebildet ist, um das detektierte magnetische Signal (z.B. magnetische Feld) 130 auszuwerten, um die Daten zu empfangen.

Bei Ausführungsbeispielen können die ersten Daten dem generierten Signal 124 aufmoduliert sein, beispielsweise durch FSK (FSK = frequency shift keying, d.t. Frequenzumtastung), MSK (MSK = minimum shift keying) oder GMSK (GMSK = gaussian minimum shift keying). Natürlich kann auch eine andere Modulationsart zum Einsatz kommen, wie z.B. ASK (ASK = amplitude shift keying, dt. Amplitudenumtastung), PSK (PSK = phase shift keying, dt. PHasenumtastung) oder OOK (OOK = on-off keying, dt. eine Art der Amplitudenumtastung, bei der der Träger an- und ausgeschaltet wird).

Bei Ausführungsbeispielen kann das Verhältnis zwischen Trägerfrequenz und Modulationsbandbreite des generierten Signals kleiner sein als 25% (oder beispielsweise kleiner als 20% oder kleiner als 15%).

Bei Ausführungsbeispielen kann das Benutzerendgerät 120 ein Mobiltelefon (Smartphone) oder Tablet sein.

Bei Ausführungsbeispielen können die Daten, die das magnetische Signal (z.B. magnetische Feld) 130 trägt, Konfigurationsdaten sein. Der Microcontroller 144 kann ausgebildet sein, um das andere Gerät 140 basierend auf den Konfigurationsdaten zu konfigurieren, z.B. in ein drahtloses Netzwerk einzubinden.

Beispielsweise kann das andere Gerät 140 ein benutzerkonfigurierbares Gerät sein, wie z.B. ein IoT-Knoten (IoT = internet of things, dt. Internet der Dinge) (z.B. ein Sensorknoten oder Aktorknoten) oder eine WLAN Kamera. In diesem Fall können die Konfigurationsdaten eine Information zur Einbindung des benutzerkonfigurierbaren Geräts 140 in ein drahtloses Netzwerk (z.B. Sensornetzwerk oder WLAN) aufweisen, wie z.B. ein Netzwerkname und Netzwerkschlüssel. Natürlich können dem benutzerkonfigurierbaren Gerät 140 durch die Konfigurationsdaten auch andere Parameter zugewiesen werden, wie z.B. einen zu verwenden Frequenzkanal, zu verwendenden Zeitschlitz, oder ein zu verwendendes Sprungmuster (engl. hopping pattern).

Anstelle einer internen als elektromagnetische Funktionseinheit 126, z.B. in Form eines Lautsprechers 127, kann bei Ausführungsbeispielen auch eine externe elektromagnetische

Funktionseinheit zum Einsatz kommen, wie dies im Folgenden anhand der Fig. 3 und 4 erläutert wird.

Fig. 3 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Systems 110 mit einem Benutzerendgerät 120 und einem anderen Gerät 140, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Verglichen mit dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel der Signalgenerator 122 des Benutzerendgeräts 120 über eine drahtgebundene Schnittstelle 128 mit einer externen elektromagnetischen Funktionseinheit 126 verbunden. Das Benutzerendgerät 120 (oder z.B. der Prozessor 121 des Benutzerendgeräts 120) ist hierbei konfiguriert, um den Signalgenerator 122 anzusteuern ein Signal 124 zur Ansteuerung der elektromagnetischen Funktionseinheit 126 zu generieren, und um die elektromagnetische Funktionseinheit 126 anzusteuern, um durch die elektromagnetische Funktionseinheit 126 ein magnetisches Signal (z.B. ein magnetisches Feld) 130 zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät 120 zu dem anderen Gerät 140 zu übertragene Daten (z.B. erste Daten) trägt.

Bei Ausführungsbeispielen kann die elektromagnetische Funktionseinheit 126 ein elektromagnetischer Schwingkreis (z.B. LC-Schwingkreis) oder eine Ferritspule sein.

Fig. 4 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Systems 110 mit einem Benutzerendgerät 120 und einem anderen Gerät 140, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Verglichen mit dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel sind bei dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel sowohl der Signalgenerator 122 als auch die elektromagnetische Funktionseinheit 126 extern zu dem Benutzerendgerät 120 ausgeführt. Wie in Fig. 4 zu erkennen ist, kann das Benutzerendgerät 120 über eine Funkschnittstelle 125 (z.B. Bluetooth oder WLAN) mit einem externen Adapter 123 verbunden sein, wobei der externe Adapter 123 eine Funkschnittstelle 125' zur Kommunikation mit dem Benutzerendgerät 120, den Signalgenerator 122 und die elektromagnetische Funktionseinheit 126 aufweisen. Das Benutzerendgerät 120 (oder z.B. der Prozessor 121 des Benutzerendgeräts 120) ist hierbei konfiguriert, um den Signalgenerator 122 des externen Adapters 123 anzusteuern ein Signal 124 zur Ansteuerung der elektromagnetischen Funktionseinheit 126 zu generieren, und um die elektromagnetische Funktionseinheit 126 anzusteuern, um durch die elektromagnetische Funktionseinheit 126 ein magnetisches Signal (z.B. ein magnetisches Feld) 130 zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät 120 zu dem anderen Gerät 140 zu übertragene Daten (z.B. erste Daten) trägt.

Bei Ausführungsbeispielen kann die elektromagnetische Funktionseinheit 126 ein elektromagnetischer Schwingkreis (z.B. LC-Schwingkreis) oder eine Ferritspule sein.

Natürlich kann bei Ausführungsbeispielen auch eine bidirektionale Kommunikation zwischen dem Benutzerendgerät 120 und dem anderen Gerät 140 zum Einsatz kommen, wie dies nachfolgend anhand von Fig. 5 erläutert wird, welche beispielhaft das in Fig. 4 gezeigte System 110 um eine bidirektionale Schnittstelle erweitert.

Im Detail zeigt Fig. 5 ein schematisches Blockschaltbild eines Systems 110 mit einem Benutzerendgerät 120 und einem anderen Gerät 140, gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Bei Ausführungsbeispielen kann die Ferritspule 142 des anderen Geräts 140 oder optional eine weitere Ferritspule (z.B. zweite Ferritspule) 143 des anderen Geräts 140 genutzt werden, um ein zweites magnetisches Signal (z.B. zweites magnetisches Feld) 132 zu erzeugen, wobei das zweite magnetische Signal 132 von dem anderen Gerät 140 zu dem Benutzerendgerät 120 zu übertragene zweite Daten trägt.

Beispielsweise kann das andere Gerät 140 (oder z.B. der Microcontroller 144 des anderen Geräts 140) konfiguriert sein, um ein zweites Signal 146 zum Ansteuern der Ferritspule (z.B. ersten Ferritspule) 142 oder der weiteren Ferritspule (z.B. zweiten Ferritspule) 143 zu generieren, und um die Ferritspule 142 oder die weitere Ferritspule 143 anzusteuern, um durch die Ferritspule 142 oder die weitere Ferritspule 143 das zweite magnetische Signal 132 zu erzeugen, das die zweiten Daten trägt.

Das Signal 146 zum Ansteuern der Ferritspule 142 oder der weiteren Ferritspule wird hierbei aktiv generiert.

Bei Ausführungsbeispielen kann das zweite magnetische Signal 132 von der elektromagnetischen Funktionseinheit 126 des externen Adapters 123 detektiert und von einem Signaldetektor 150 des externen Adapters 150 ausgewertet werden, um die zweiten Daten zu erhalten, die das zweite magnetische Signal 132 trägt. Diese zweiten Daten können dann über die Funkschnittstelle 125' zum Benutzerendgerät 120 übertragen werden.

Bei Ausführungsbeispielen können zur Detektion des zweiten magnetischen Signals die selbe Ferritspule oder der selbe elektromagnetische Schwingkreis der elektromagnetischen Funktionseinheit 126 zum Einsatz kommen wie zum Erzeugen des ersten magnetischen

Signals 130. Alternativ kann die elektromagnetische Funktionseinheit 126 auch getrennte Ferritspulen oder elektromagnetische Schwingkreise zum Senden und Empfangen aufweisen.

Bei Ausführungsbeispielen kann natürlich auch genauso das in Fig. 3 gezeigte System 110 um eine bidirektionale Schnittstelle erweitert werden, wobei in diesem Fall das von der elektromagnetischen Funktionseinheit 126 detektierte zweite magnetische Signal 132 von einem Signaldetektor des Benutzerendgeräts, wie z.B. einem Mikrofonverstärker und nachfolgender Signalverarbeitung, ausgewertet werden kann, um die zweiten Daten zu erhalten, die das zweite magnetische Signal trägt.

Im Folgenden werden detaillierte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung beschrieben.

1. Verwendung einer „kleinen“ Ferritspule im anderen Gerät

Bei Ausführungsbeispielen kann für eine magnetische Kopplung zwischen dem Benutzerendgerät 120 und dem anderen Gerät 140 eine Ferritspule 142 auf Seiten des anderen Geräts 140 zum Einsatz kommen. Optional kann für diese magnetische Kopplung auch auf Seiten des Benutzerendgeräts 120 eine Ferritspule als elektromagnetische Funktionseinheit 126 zum Einsatz kommen.

Bei Ausführungsbeispielen kann die Ferritspule eine SMD bestückbare Ferritspule sein.

Bei Ausführungsbeispielen weist die Ferritspule eine Induktivität im Bereich von 50 μH bis 5 mH auf.

Bei Ausführungsbeispielen ist eine Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes kleiner als 50 kHz.

Bei Ausführungsbeispielen weist die Ferritspule ein Volumen von weniger als 1500 mm³, wie z.B. von weniger als 1000 mm³ oder von weniger als 500 mm³ auf.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit den Abmessungen 7.8 mm x 7.8 mm x 5.3 mm und demnach mit einem Volumen von 322 mm³ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule kleiner als $350 \text{ mm}^3/\text{mH}$, wie z.B. kleiner als $200 \text{ mm}^3/\text{mH}$ oder kleiner als $100 \text{ mm}^3/\text{mH}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule von $68,6 \text{ mm}^3/\text{mH}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes kleiner als $90 \text{ mm}^3/\text{kHz}$, wie z.B. kleiner als $60 \text{ mm}^3/\text{kHz}$ oder kleiner als $30 \text{ mm}^3/\text{kHz}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes von $17,71 \text{ mm}^3/\text{kHz}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten kleiner als $6 \text{ mm}^3/\text{mm}$, wie z.B. kleiner als $4 \text{ mm}^3/\text{mm}$ oder kleiner als $2 \text{ mm}^3/\text{mm}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten von $0,8 \text{ mm}^3/\text{mm}$ [z.B. bei einer Reichweite von 400 mm] handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule kleiner als $80 \text{ mm}^2/\text{mH}$, wie z.B. kleiner als $40 \text{ mm}^2/\text{mH}$ oder kleiner als $20 \text{ mm}^2/\text{mH}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Induktivität der Ferritspule von $12,944 \text{ mm}^2/\text{mH}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes kleiner als $15 \text{ mm}^2/\text{kHz}$, wie z.B. kleiner als $10 \text{ mm}^2/\text{kHz}$ oder kleiner als $5 \text{ mm}^2/\text{kHz}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Frequenz [z.B. Trägerfrequenz] des magnetischen Feldes von $3,34 \text{ mm}^2/\text{kHz}$ handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten kleiner als $0,6 \text{ mm}^2/\text{mm}$, wie z.B. kleiner als $0,4 \text{ mm}^2/\text{mm}$ oder kleiner als $0,2 \text{ mm}^2/\text{mm}$.

Beispielsweise kann es sich bei der Ferritspule um eine handelsübliche Ferritspule mit einem Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld übertragenen Daten von $0,1521 \text{ mm}^2/\text{mm}$ [z.B. bei einer Reichweite von 400 mm] handeln.

Bei Ausführungsbeispielen ist eine magnetische Feldstärke des magnetischen Feldes empfängerseitig [z.B. am anderen Gerät bzw. an der Ferritspule] kleiner als $900 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$, wie z.B. kleiner als $500 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$ oder kleiner als $200 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$.

Beispielweise kann eine magnetische Feldstärke des magnetischen Feldes $175 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$ betragen.]

Bei Ausführungsbeispielen ist ein Kopplungsfaktor der magnetischen Kopplung kleiner als $5\text{E}-05$, wie z.B. kleiner als $5\text{E}-06$ oder kleiner als $5\text{E}-07$.

Beispielsweise kann ein Kopplungsfaktor der magnetischen Kopplung kleiner sein als $1,71\text{E}-07$.

Bei Ausführungsbeispielen kommuniziert das System 110 aus Benutzerendgerät 120 und anderem Gerät 140 auf Basis von magnetischer Kopplung zwischen „kleinen“ Ferritspulen in dem Benutzerendgerät (z.B. Controller) 120 und dem anderen Gerät (z.B. Device) 140. Dabei kann eine Sendefrequenz $< 50 \text{ kHz}$ mit Ferritspulen im Wertebereich von ca. $50 \text{ } \mu\text{H}$ bis 5 mH verwendet werden. Diese Ferritspulen können als SMD bestückbare Ferritspulen in kompakter Bauform kommerziell erworben werden (z.B. Bourns SDR0805-472KL, Durchmesser $7,8 \text{ mm}$; Fläche in etwa $0,48 \text{ cm}^2$) und im normalen Design und Produktionsprozess mit in Elektronikbaugruppen als Bauteil integriert werden. Diese kompakte Bauform der Ferritspulen ist auch oft durch den Einsatz von Ferritmaterialien in den Spulen möglich. Beide Teilnehmer der Kommunikation (= Benutzerendgerät 120 und anderen Geräts 140) senden und empfangen dabei aktiv, d.h. sie verstärken empfangene Signale mit eigener Energie und

senden auch aktiv über diese Ferritspule Signale. Die Positionierung der Ferritspulen zueinander hat dabei weniger Einfluss auf die Übertragungsqualität, sofern die maximale Reichweite nicht überschritten wird oder die Empfangs- und Sendeminima nicht exakt getroffen werden.

Dabei ist die Verwendung dieser Ferritspulen insofern außergewöhnlich, da bei herkömmlichen Kommunikationssystemen in diesem niedrigen Frequenzbereich solche Ferritspulen nicht in Erwägung gezogen werden.

Bei induktiven RFID Systemen (RFID = radio-frequency identification, dt. Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen) werden in der Regel Luftspulen zur Kopplung zwischen Lesegerät und Transponder verwendet [3], [4]. Die Transponder sind dabei für gewöhnlich passiv und werden durch den induzierten Strom in ihrer Spulenantenne aus dem magnetischen Feld des Lesegerätes versorgt. Bei HF/NFC RFID Systemen (HF = high frequency, dt. Hochfrequenz; NFC = near field communication, dt. Nahfeldkommunikation) im Frequenzbereich 13,56 MHz werden Luftspulen mit Induktivitäten im Bereich von 2 bis 5 μH verwendet. Die Spulen werden dabei mit möglichst großer Fläche ausgeführt, diese bestimmt auch mit die zu erwartende Effizienz und Reichweite der Spulenanordnung. Üblich sind als Leiterbahnen geroutete Spulen auf Platinen oder aber mit Kupferlackdraht gewickelte Spulen (v.a. Lesegeräte) sowie aus Kupfer- oder Alufolie gestanzte Antennen (v.a. für Transponder). Die Größe beider Spulenantennen, von Lesegerät und Transponder sind beide relevant. Eine Verkleinerung der Spulen bei gleicher Induktivität, z.B. durch mehr Windungen, Ferritmaterial oder diskreten Serieninduktivitäten ist nur bedingt bei gleicher Performance in Reichweite und Zuverlässigkeit möglich. Die Reichweite bei RFID Systemen im Frequenzbereich 13,56 MHz ist im Allgemeinen im cm Bereich. Einzelne Lösungen für die Logistik lassen auch Lesungen von Transpondern in Abständen bis zu einigen dm zu.

Bei LF RFID Systemen (LF = low frequency, dt. niedrigfrequenz) im Frequenzbereich 119-135 kHz werden die Transponder ebenfalls aus dem Feld des Lesegerätes über die Spulenantennen versorgt. Verwendet werden dabei Spulen im Wertebereich von ca. 1 bis 20 mH. Dabei werden großflächige Luftspulen, meist aus Draht gewickelt, verwendet.

Aufgrund der transformatorischen Kopplung im Nahfeld zwischen Lesegerät und Transponder sowie der Tatsache das der Transponder durch das Lesefeld mit Energie versorgt wird, können die verwendeten Spulen nicht beliebig modifiziert werden ohne die Funktionalität zu beeinflussen. Wichtig ist dabei auch die optimale Positionierung der beiden Spulen zueinander, da nur so eine optimale Kopplung erreicht wird.

2. Verwendung einer geeigneten Schaltung zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes

In [2] wird ein elektromagnetischer Schwingkreis zur Erzeugung des elektromagnetischen Signals verwendet. Dieser Schwingkreis besteht typischerweise aus einer Spule (Induktivität) und einem Kondensator (Kapazität). Es sind somit zwei Bauteile für diese Schaltung minimal nötig.

Bei Ausführungsbeispielen wird diese Schaltung vereinfacht, wie im Folgenden ausgeführt wird.

So lässt sich durch die Verwendung eines Mikrocontrollers (μC) 144 die in [2] beschriebene Schaltung auf eine Ferritspule 142 reduzieren. Hierfür gibt es mehrere Ansatzmöglichkeiten.

2.1 Spule direkt

Bei Ausführungsbeispielen wird nur eine Ferritspule verwendet. Die notwendige Kapazität kann durch die Leitung (z.B. der Leiterbahn) eingebracht werden. Hierbei kann die Induktivität auf die Leitungskapazität abgestimmt werden.

2.2. Spule an Mikrocontroller zwischen komplementären PWM Pins

Bei Ausführungsbeispielen kann durch die Verwendung von komplementären PWM Pins (PWM = Pulsweitenmodulation) verhindert werden, dass die Spannung an der Ferritspule einen Gleichstromanteil (BIASED) enthält. Hierdurch kann vermieden werden, dass sich die Induktivität erwärmt, was zu Verlustleistung führt.

2.3. Spule BIASED

Bei Ausführungsbeispielen kann die Ferritspule auch BIASED (dt. vorgespannt) betrieben werden, falls am Mikrocontroller keine komplementären PWM Pins vorliegen. Beispielsweise kann die Ferritspule an normale IO Pins (Eingangs-Ausgangs-Pins) des Mikrocontrollers angeschlossen werden. Dabei ist allerdings darauf zu achten, dass die Ferritspule die entsprechende Verlustleistung in Form von Wärme abgeben kann.

Alternativ kann die Spule an einem Anschluss an den PWM Pin des Mikrocontrollers angeschlossen werden und an ihrem anderen Ende auf die halbe IO-Spannung (z.B. Eingangs-Ausgangs-Spannung) des Mikrocontrollers gelegt werden, womit durch die Spule kein Gleichstrom mehr fließt. Kann der Mikrocontroller die halbe IO-Spannung nicht selbst erzeugen, beispielsweise über einen DAC-Ausgang (DAC = digital-to-analog converter, dt. Digital-Analog-Umsetzer), ist jedoch zusätzliche Schaltungstechnik dafür nötig.

Alternativ können zwischen den PWM Pin(s) des Microcontrollers und der Ferritspule noch weitere Elemente (Widerstände und oder Kondensatoren zur Strombegrenzung) und oder verstärkende Elemente (MOSFETs, ICs,...) eingebracht werden.

2.4. Ferritspule in Serienschwingkreis

Bei Ausführungsbeispielen kann eine Ferritspule über einen Kondensator als Serienschwingkreis an einen Pin des Microcontrollers und an eine Versorgungleitung an der anderen Seite angeschlossen werden.

2.5. Ferritspule an Lautsprecherverstärker oder Kopfhörerverstärker

Lautsprecherverstärker oder Kopfhörerverstärker sind speziell dazu gebaut, Spulen von Lautsprechern anzusteuern. Dadurch sind sie auch sehr gut geeignet, Ferritspulen anzusteuern, die keinen Schall erzeugen sollen, sondern ein magnetisches Feld. Im speziellen können Klasse D Verstärker verwendet werden, die die Ferritspulen mit geringer Verlustleistung ansteuern können.

Bei Ausführungsbeispielen kann somit anstelle des Parallelschwingkreises aus [2] nur noch eine Ferritspule zur Erzeugung des elektromagnetischen Feldes eingesetzt bzw. ein Serienschwingkreis verwendet werden.

Im Vergleich zu [1] wird anstelle des Lautsprechers die Ferritspule zur Erzeugung des elektromagnetischen Feldes eingesetzt. Dies besitzt den Vorteil, dass eine bidirektionale Kommunikation (aktives Senden auf beiden Seiten) über die gleiche Ferritspule möglich ist.

Bei Ausführungsbeispielen kann also eine bidirektionale Kommunikation auf beiden Seiten über jeweils eine (z.B. dieselbe) Ferritspule erfolgen.

3. Kommunikation über Zwischenmodul via drahtloser Technik

Für die Verwendung einer Ferritspule auf Seiten des Benutzerendgeräts ist es notwendig, eine Modifikation am verwendeten Benutzerendgerät oder Eingabegerät (z.B. Mobiltelefon oder Tablet) vorzunehmen, damit die elektromagnetische Kommunikation funktioniert. Dies ist oftmals nicht gewünscht, da hierdurch Garantieansprüche des Benutzerendgeräts verloren gehen können. Oftmals gibt es auch sog. Handyschutzhüllen oder für Tablets Aufbewahrungsboxen, die nach der Modifikation nicht mehr genutzt werden können.

Es ist somit von Vorteil, wenn ein externer Adapter (z.B. eine externe Box) verwendet werden kann, die über eine am Benutzerendgerät (z.B. Mobiltelefon oder Tablet) vorhandene Schnittstelle verbunden werden kann. Damit eine Verkabelung nicht immer angebracht und wieder entfernt werden muss, kann eine drahtlose Kommunikationsstelle verwendet werden, wie z.B. WLAN (z.B. WiFi) oder Bluetooth über die herkömmliche Benutzerendgeräte verfügen, wobei Bluetooth aufgrund der geringeren Stromaufnahme auf beiden Seiten besser geeignet ist.

Standard Bluetooth-Module sind typischerweise schon sehr günstig auf dem Markt erhältlich. Diese Module verfügen häufig über eine serielle Schnittstelle (z.B. RS232 (ein Standard für eine serielle Schnittstelle) oder USART (eine elektronische Schaltung, die zur Realisierung digitaler serieller Schnittstellen dient)).

Bei der Verwendung eines externen Adapters kann ein Standard-Bluetooth-Funkmodul z.B. über RS232 mit der geeigneten Schaltung zur Erzeugung des elektromagnetischen Feldes verbunden werden. Dabei kann mithilfe eines geeigneten Controllers (z.B. Mikrocontrollers) eine Umsetzung der Schnittstelle des Bluetooth-Moduls auf die Ansteuerung der Schaltung zur Erzeugung des elektromagnetischen Signals herstellen.

Bei Ausführungsbeispielen kann eine vorhandene (drahtlose) Schnittstelle eines Benutzerendgeräts (z.B. Mobiltelefons oder Tablets) zur elektromagnetischen Kommunikation mittels eines externen Adapters (z.B. Zwischenmoduls) hergestellt werden. Dadurch kann eine Modifikation des Benutzerendgeräts zur bidirektionalen Kommunikation vermieden werden.

4. Asymmetrische Datenraten bzw. Trägerfrequenzen

Fig. 6 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens 200 zur bidirektionalen Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät und einem anderen Gerät, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren 200 umfasst einen Schritt 202

des Generierens eines ersten Signals zum Ansteuern einer mit dem Benutzerendgerät verbundenen ersten elektromagnetischen Funktionseinheit. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt 204 des Ansteuerns der ersten elektromagnetischen Funktionseinheit mit dem ersten generierten Signal, um durch die erste elektromagnetische Funktionseinheit ein erstes magnetisches Feld zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät zu dem anderen Gerät zu übertragene erste Daten trägt. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt 206 des Detektierens des ersten magnetischen Signals mit einer zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit des anderen Geräts, um die ersten Daten zu empfangen. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt 208 des Generierens eines zweiten Signals zum Ansteuern der zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit des anderen Geräts. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt 210 des Ansteuerns der zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit mit dem zweiten generierten Signal, um durch die zweite elektromagnetische Funktionseinheit ein zweites magnetisches Feld zu erzeugen, das von dem anderen Gerät zu dem Benutzerendgerät zu übertragene zweite Daten trägt. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt 212 des Detektierens des zweiten magnetischen Signals mit der ersten elektromagnetischen Funktionseinheit, um die zweiten Daten zu empfangen, wobei das erste Signal und das zweite Signal unterschiedliche Trägerfrequenzen und/oder Datenraten aufweisen.

In [1] und [2] wird davon ausgegangen, dass die Trägerfrequenz der elektromagnetischen Kommunikation mit der Resonanzfrequenz des Schwingkreises bzw. hier nach Abschnitt 2 die geeignete Schaltung abgestimmt ist. Dies hat den Vorteil einer maximalen Empfindlichkeit in Empfangsrichtung bzw. höchster abgestrahlter Leistung im Sende fall.

Es gibt jedoch Anwendungen, bei denen die maximale Empfindlichkeit bzw. die maximale Reichweite nicht notwendig ist. In diesem Fall wäre es möglich einen Frequenzmultiplex anzuwenden. Beispielsweise könnte der Empfang auf Seiten des Benutzerendgeräts in Resonanz erfolgen, wohingegen die Aussendung von dem Benutzerendgerät zu dem anderen Gerät (z.B. Endpunkt) breitbandiger erfolgen könnte, indem die Spule nicht in Resonanz betrieben wird bzw. so stark gekoppelt wird, dass selbst wenn ein LC-Schwingkreis zum Senden verwendet wird, dieser breitbandig ist. Durch die breitbandigere Aussendung kann eine höhere Datenrate gewählt werden, was zu einer kürzeren Sendedauer und somit zu einem geringeren Stromverbrauch führt.

Auf Seiten des anderen Geräts kann ein Schwingkreis oder ein Schwingkreis mit geringerer Güte (d.h. breitbandiger als derjenige, der keine Abstimmung erforderlich macht) verwendet werden.

Bei Ausführungsbeispielen können somit unterschiedliche Datenraten und/oder Trägerfrequenzen zum Senden (Tx) und Empfangen (Rx) eingesetzt werden.

Fig. 7 zeigt in einem Diagramm die für die Kommunikation zwischen dem Benutzerendgerät und dem anderen Gerät verwendeten unterschiedlichen Datenraten, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Dabei beschreibt in Fig. 7 die Ordinate die Leistung und die Abszisse die Frequenz. Wie in Fig. 7 zu erkennen ist, kann für den Verbindungsaufbau zwischen dem Benutzerendgerät und dem anderen Gerät eine geringe Datenrate verwendet werden (Kurve 180) als für einen Datentransfer zwischen dem Benutzerendgerät und dem anderen Gerät (Kurve 182).

Durch die Kommunikation außerhalb der Resonanz kann auch ein kombiniertes System geschaffen werden. So kann zum einen die Kommunikation in der Resonanz mit niedrigeren Datenraten erfolgen, und zum anderen kann die Kommunikation außerhalb der Resonanz mit höheren Datenraten (und damit verbunden niedrigeren Reichweiten und geringerem Stromverbrauch) erfolgen. Damit könnte bei entsprechendem Link Budget (dt. Leistungsübertragungsbilanz) die Kommunikation über die höheren Datenraten erfolgen, andernfalls, falls das Link Budget nicht ausreicht, über die Kommunikation in der Resonanz.

Beim Verbindungsaufbau könnte beispielsweise die Kommunikation in der Resonanz erfolgen, nachdem beide Seiten Kenntnis über die Fähigkeiten (beide Datenraten sind möglich) des jeweils anderen Teilnehmers haben und das Link Budget ausreichend ist, kann auf die höhere Datenrate gewechselt werden.

Bei Ausführungsbeispielen unterstützen das Benutzerendgerät (z.B. Controller) und das andere Gerät (engl. device) zumindest zwei verschiedene Datenraten.

Bei Ausführungsbeispielen kann nachdem der Verbindungsaufbau in Resonanz erfolgt ist, bei entsprechender Ausstattung von Benutzerendgerät (z.B. Controller) und anderem Gerät (engl. device) und bei entsprechendem Link Budget, auf die höhere Datenrate gewechselt werden.

Bei Ausführungsbeispielen kann die Bandbreite des Schwingkreises auf Seiten des anderen Geräts breiter sein, als zum Verbindungsaufbau bzw. als zur Kommunikation mit der kleineren Datenrate benötigt. Insbesondere auch, falls der Schwingkreis durch Fertigungstoleranzen oder durch Umwelteinflüsse verstimmt ist.

Bei Ausführungsbeispielen kann ein Frequenzduplex erfolgen, beispielsweise asynchron mit einem Rückkanal auf einer vorgegebenen Frequenz (z.B. Resonanzfrequenz) (z.B. 18 kHz) und einem Hinkanal auf einer anderen Frequenz (z.B. 22 kHz), nicht auf der Resonanzfrequenz.

Bei Ausführungsbeispielen kann ein Frequenzduplex erfolgen, beispielsweise kann beabsichtigt in einem nicht resonanten Bereich des Empfängers (Rx) gesendet werden, wodurch die Datenrate höher ist, wohingegen im resonanten Bereich mit geringerer Datenrate gesendet werden kann, wodurch die Reichweite höher ist. Hierbei eignet sich der Bereich um die Resonanzfrequenz nur für kleine Bandbreiten und damit Datenraten. Wenn genügend Reserve im Link Budget vorhanden ist, kann auch außerhalb des resonanten Bereichs gesendet werden (unter Verlust von Empfindlichkeit und damit Reichweite).

5. Verwendung von getrennten Spulen zum Senden (Tx) und Empfangen (Rx)

Werden wie oben in Abschnitt 4 beschrieben verschiedene Datenraten bzw. Trägerfrequenzen verwendet oder kann die verwendete Spule die gewünschte abgestrahlte Sendeleistung (z.B. Aufgrund des Innenwiderstands der Spule) nicht erzeugen, dann können zwei Spulen anstelle von einer Spule eingesetzt werden. Im Vergleich zu [2] ist hier jedoch nur eine weitere Spule und kein Kondensator notwendig.

Es kann auch bei Verwendung der gleichen Trägerfrequenz der Einsatz von zwei Spulen von Vorteil sein. Eine Spule besitzt dabei für den Empfangspfad eine hohe Induktivität und ist damit empfindlicher. Durch die hohe Induktivität kann jedoch nur eine begrenzte Sendeleistung abgestrahlt werden. Hier zeigt sich der Vorteil einer Spule mit geringer Induktivität, da diese durch den geringeren Innenwiderstand mit mehr Leistung betrieben werden kann.

Durch die Verwendung von zwei Spulen im Benutzerendgerät bzw. Konfigurationsgerät (z.B. Controller) kann im anderen Gerät (engl. device) weiterhin mit einer Spule gearbeitet werden, da die höhere Sendeleistung des anderen Geräts die schlechtere Empfindlichkeit ausgleichen kann. Die geringere Sendeleistung im anderen Gerät kann durch die bessere Empfindlichkeit im Benutzerendgerät ausgeglichen werden.

Bei Ausführungsbeispielen können (z.B. auf Seiten des Benutzerendgeräts) zwei getrennte Spulen zum Senden (Tx) und Empfangen (Rx) verwendet werden.

Bei Ausführungsbeispielen kann im anderen Gerät aus Kostengründen weiterhin nur eine Spule eingesetzt werden.

Bei Ausführungsbeispielen können auf Seiten des Benutzerendgeräts zwei Spulen zum Einsatz kommen, eine Spule zum Senden (Tx) mit geringerer Induktivität und eine Spule zum Empfangen (RX) mit höherer Induktivität (empfindlicher). Im anderen Gerät kann eine Spule verwendet werden.

6. Kommunikationseinrichtung für Nutzer nicht sichtbar

Durch die elektromagnetische Kommunikation ist es möglich die Schaltung zur Kommunikation (Layout) im anderen Gerät so zu verbauen, dass diese für einen Nutzer nicht sichtbar ist.

Dies bietet den großen Vorteil, dass die Schaltung in bestehende Produkte (Gehäuse) integriert werden kann, ohne dass der Nutzer darüber Kenntnis hat. Nur der Servicetechniker, der im Bedarfsfall eine Wartung / Reparatur beim Kunden vornimmt, weiß über die Kommunikationsschnittstelle Bescheid. Dies kann beispielsweise auf dem Gehäuse durch ein Logo gekennzeichnet werden. Das Gehäuse kann im Gegensatz zu anderen drahtlosen Schnittstellen dabei auch aus elektrisch leitfähigem Material sein. Da durch die geringe Trägerfrequenz die Eindringtiefe des Signals in das Gehäuse groß genug ist, um die Spule noch zu erreichen.

Fig. 8 zeigt eine schematische Ansicht eines anderen Geräts 140 mit einer Kommunikationsschaltung 149 (z.B. mit dem Microcontroller 144 (vgl. Fig. 2 bis 5)) und der Spule 142, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Wie in Fig. 8 zu erkennen ist, kann die Kommunikationsschaltung 149 mit der Spule 142 innerhalb des anderen Geräts 140 und somit für einen Benutzer nicht sichtbar angeordnet sein.

Durch die Wahl der elektromagnetischen Kommunikation ist es im Gegensatz zur klassischen Funkübertragung möglich durch komplett elektrisch geschirmte Gehäuse hindurch zu kommunizieren.

Bei Ausführungsbeispielen kann im anderen Gerät die Schaltung zur elektromagnetischen Kommunikation so verbaut werden, dass diese für den Kunden nicht sichtbar ist.

Bei Ausführungsbeispielen kann durch einen entsprechenden Aufdruck auf dem Gehäuse (z.B. mittels eines Logos) ein Servicetechniker über die entsprechende Schnittstelle informiert werden.

Bei Ausführungsbeispielen muss das Gehäuse bestehender Geräte für die Integration der Funkschnittstelle nicht angepasst werden.

Bei Ausführungsbeispielen kann eine Kommunikation durch ein elektrisch geschirmtes Gehäuse erfolgen.

7. Kommunikation bei verschiedenen Frequenzen

Wie bereits oben in Abschnitt 4 erwähnt, kann es erforderlich sein, die Trägerfrequenz der elektromagnetischen Kommunikation mit der Resonanzfrequenz des Schwingkreises bzw. hier nach Abschnitt 2 der geeigneten Schaltung abzustimmen.

Durch bauteilbedingte Streuungen kann es erforderlich sein, dass die Abstimmung für jedes Gerät einzeln zu erfolgen hat, was zu einem vergleichsweisen hohen Aufwand in der Herstellung der anderen Geräte (z.B. Endpunkte) führt.

Wie in Abschnitt 4 gezeigt, kann jedoch die Kommunikation (vor allem in der Richtung vom Benutzerendgerät zum anderen Gerät (z.B. Endpunkt)) auch außerhalb der Resonanz erfolgen, was jedoch ein geringeres Link Budget und damit eine geringere Reichweite zur Folge hat.

Um sowohl eine akzeptable Reichweite zu erreichen und um die Abstimmung der Geräte zu sparen, kann die initiale Kommunikation vom Benutzerendgerät zum anderen Gerät (z.B. Endpunkt) auf mehreren Trägerfrequenzen erfolgen. Wenn das andere Gerät auf einer der Trägerfrequenzen ein Signal empfängt, kann es dieses beantworten, wodurch das Benutzerendgerät damit ebenfalls die richtige Trägerfrequenz für das entsprechende andere Gerät ermittelt hat.

Fig. 9 zeigt in einem Diagramm für einen Verbindungsaufbau verwendete Trägerfrequenzen, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Dabei beschreibt in Fig. 9 die Ordinate die Leistung und die Abszisse die Frequenz. Wie in Fig. 9 zu erkennen ist, können für den Verbindungsaufbau beispielhaft drei unterschiedliche Trägerfrequenzen f_1 , f_2 und f_3 verwendet werden.

Bei Ausführungsbeispielen kann somit die initiale Kommunikation auf mehreren Trägerfrequenzen durchgeführt werden. Dadurch lässt sich die Abstimmung des Schwingkreises bzw. hier nach Abschnitt 2 der geeigneten Schaltung ersparen.

8. Weitere Ausführungsbeispiele

Obwohl manche Aspekte im Zusammenhang mit einer Vorrichtung beschrieben wurden, versteht es sich, dass diese Aspekte auch eine Beschreibung des entsprechenden Verfahrens darstellen, sodass ein Block oder ein Bauelement einer Vorrichtung auch als ein entsprechender Verfahrensschritt oder als ein Merkmal eines Verfahrensschrittes zu verstehen ist. Analog dazu stellen Aspekte, die im Zusammenhang mit einem oder als ein Verfahrensschritt beschrieben wurden, auch eine Beschreibung eines entsprechenden Blocks oder Details oder Merkmals einer entsprechenden Vorrichtung dar. Einige oder alle der Verfahrensschritte können durch einen Hardware-Apparat (oder unter Verwendung eines Hardware-Apparats), wie zum Beispiel einen Mikroprozessor, einen programmierbaren Computer oder eine elektronische Schaltung ausgeführt werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen können einige oder mehrere der wichtigsten Verfahrensschritte durch einen solchen Apparat ausgeführt werden.

Je nach bestimmten Implementierungsanforderungen können Ausführungsbeispiele der Erfindung in Hardware oder in Software implementiert sein. Die Implementierung kann unter Verwendung eines digitalen Speichermediums, beispielsweise einer Floppy-Disk, einer DVD, einer Blu-ray Disc, einer CD, eines ROM, eines PROM, eines EPROM, eines EEPROM oder eines FLASH-Speichers, einer Festplatte oder eines anderen magnetischen oder optischen Speichers durchgeführt werden, auf dem elektronisch lesbare Steuersignale gespeichert sind, die mit einem programmierbaren Computersystem derart zusammenwirken können oder zusammenwirken, dass das jeweilige Verfahren durchgeführt wird. Deshalb kann das digitale Speichermedium computerlesbar sein.

Manche Ausführungsbeispiele gemäß der Erfindung umfassen also einen Datenträger, der elektronisch lesbare Steuersignale aufweist, die in der Lage sind, mit einem programmierbaren Computersystem derart zusammenzuwirken, dass eines der hierin beschriebenen Verfahren durchgeführt wird.

Allgemein können Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung als Computerprogrammprodukt mit einem Programmcode implementiert sein, wobei der

Programmcode dahin gehend wirksam ist, eines der Verfahren durchzuführen, wenn das Computerprogrammprodukt auf einem Computer abläuft.

Der Programmcode kann beispielsweise auch auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert sein.

Andere Ausführungsbeispiele umfassen das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren, wobei das Computerprogramm auf einem maschinenlesbaren Träger gespeichert ist.

Mit anderen Worten ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens somit ein Computerprogramm, das einen Programmcode zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren aufweist, wenn das Computerprogramm auf einem Computer abläuft.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verfahren ist somit ein Datenträger (oder ein digitales Speichermedium oder ein computerlesbares Medium), auf dem das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren aufgezeichnet ist. Der Datenträger, das digitale Speichermedium oder das computerlesbare Medium sind typischerweise gegenständlich und/oder nichtvergänglich bzw. nichtvorübergehend.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist somit ein Datenstrom oder eine Sequenz von Signalen, der bzw. die das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren darstellt bzw. darstellen. Der Datenstrom oder die Sequenz von Signalen kann bzw. können beispielsweise dahin gehend konfiguriert sein, über eine Datenkommunikationsverbindung, beispielsweise über das Internet, transferiert zu werden.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel umfasst eine Verarbeitungseinrichtung, beispielsweise einen Computer oder ein programmierbares Logikbauelement, die dahin gehend konfiguriert oder angepasst ist, eines der hierin beschriebenen Verfahren durchzuführen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel umfasst einen Computer, auf dem das Computerprogramm zum Durchführen eines der hierin beschriebenen Verfahren installiert ist.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung umfasst eine Vorrichtung oder ein System, die bzw. das ausgelegt ist, um ein Computerprogramm zur Durchführung zumindest eines der hierin beschriebenen Verfahren zu einem Empfänger zu übertragen. Die Übertragung kann beispielsweise elektronisch oder optisch erfolgen. Der Empfänger kann beispielsweise ein Computer, ein Mobilgerät, ein Speichergerät oder eine ähnliche Vorrichtung sein. Die Vorrichtung oder das System kann beispielsweise einen Datei-Server zur Übertragung des Computerprogramms zu dem Empfänger umfassen.

Bei manchen Ausführungsbeispielen kann ein programmierbares Logikbauelement (beispielsweise ein feldprogrammierbares Gatterarray, ein FPGA) dazu verwendet werden, manche oder alle Funktionalitäten der hierin beschriebenen Verfahren durchzuführen. Bei manchen Ausführungsbeispielen kann ein feldprogrammierbares Gatterarray mit einem Mikroprozessor zusammenwirken, um eines der hierin beschriebenen Verfahren durchzuführen. Allgemein werden die Verfahren bei einigen Ausführungsbeispielen seitens einer beliebigen Hardwarevorrichtung durchgeführt. Diese kann eine universell einsetzbare Hardware wie ein Computerprozessor (CPU) sein oder für das Verfahren spezifische Hardware, wie beispielsweise ein ASIC.

Die hierin beschriebenen Vorrichtungen können beispielsweise unter Verwendung eines Hardware-Apparats, oder unter Verwendung eines Computers, oder unter Verwendung einer Kombination eines Hardware-Apparats und eines Computers implementiert werden.

Die hierin beschriebenen Vorrichtungen, oder jedwede Komponenten der hierin beschriebenen Vorrichtungen können zumindest teilweise in Hardware und/oder in Software (Computerprogramm) implementiert sein.

Die hierin beschriebenen Verfahren können beispielsweise unter Verwendung eines Hardware-Apparats, oder unter Verwendung eines Computers, oder unter Verwendung einer Kombination eines Hardware-Apparats und eines Computers implementiert werden.

Die hierin beschriebenen Verfahren, oder jedwede Komponenten der hierin beschriebenen Verfahren können zumindest teilweise durch Hardware und/oder durch Software ausgeführt werden.

Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen lediglich eine Veranschaulichung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Es versteht sich, dass Modifikationen und Variationen der hierin beschriebenen Anordnungen und Einzelheiten anderen Fachleuten

einleuchten werden. Deshalb ist beabsichtigt, dass die Erfindung lediglich durch den Schutzzumfang der nachstehenden Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten, die anhand der Beschreibung und der Erläuterung der Ausführungsbeispiele herein präsentiert wurden, beschränkt sei.

Literaturverzeichnis

- [1] DE 10 2018 212 957 A1
- [2] DE 10 2018 214 716 A1
- [3] PREMO, RFID Transponder Inductors
- [4] Microchip Technology Inc., microID™ 125 kHz RFID System Design Guide, 1998

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zur Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät (120) und einem anderen Gerät (140), wobei das Verfahren (100) aufweist:

Generieren (102) eines Signals (124) zum Ansteuern einer elektromagnetischen Funktionseinheit (126), die das Benutzerendgerät (120) aufweist oder die mit dem Benutzerendgerät (120) verbunden ist,

Ansteuern (104) der elektromagnetischen Funktionseinheit (126) mit dem generierten Signal (124), um durch die elektromagnetische Funktionseinheit (126) ein magnetisches Feld (130) zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät (120) zu dem anderen Gerät (140) zu übertragene Daten trägt, und

Detektieren (106) des magnetischen Feldes (130) mit einer Ferritspule (142) des anderen Geräts (140), um die Daten, die das magnetische Feld (130) trägt, zu empfangen.

2. Verfahren (100) nach dem vorangehenden Anspruch,

wobei das Verfahren (100) ferner aufweist:

Auswerten eines von der Ferritspule (142) ansprechend auf die Detektion des magnetischen Feldes (130) bereitgestellten Signals (145), um die Daten, die das magnetische Feld (130) trägt, zu erhalten.

3. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Ferritspule (142) eine SMD bestückbare Ferritspule ist.

4. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Ferritspule eine Induktivität im Bereich von 50 μ H bis 5 mH aufweist.

5. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei eine Frequenz des magnetischen Feldes (130) kleiner ist als 50 kHz.

6. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Ferritspule (142) ein Volumen von weniger als 1500 mm^3 , bevorzugt von weniger als 1000 mm^3 und besonders bevorzugt von weniger als 500 mm^3 aufweist.

7. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule (142) und einer Induktivität der Ferritspule (142) kleiner ist als $350 \text{ mm}^3/\text{mH}$, bevorzugt kleiner ist als $200 \text{ mm}^3/\text{mH}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $100 \text{ mm}^3/\text{mH}$.

8. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule (142) und einer Frequenz des magnetischen Feldes (130) kleiner ist als $90 \text{ mm}^3/\text{kHz}$, bevorzugt kleiner ist als $60 \text{ mm}^3/\text{kHz}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $30 \text{ mm}^3/\text{kHz}$.

9. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule (142) und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld (130) übertragenen Daten kleiner ist als $6 \text{ mm}^3/\text{mm}$, bevorzugt kleiner ist als $4 \text{ mm}^3/\text{mm}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $2 \text{ mm}^3/\text{mm}$.

10. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule (142) und einer Induktivität der Ferritspule (142) kleiner ist als $80 \text{ mm}^2/\text{mH}$, bevorzugt kleiner ist als $40 \text{ mm}^2/\text{mH}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $20 \text{ mm}^2/\text{mH}$.

11. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule (142) und einer Frequenz des magnetischen Feldes (130) kleiner ist als $15 \text{ mm}^2/\text{kHz}$, bevorzugt kleiner ist als $10 \text{ mm}^2/\text{kHz}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $5 \text{ mm}^2/\text{kHz}$.

12. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule (142) und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld (130) übertragenen Daten kleiner ist als $0,6 \text{ mm}^2/\text{mm}$, bevorzugt kleiner ist als $0,4 \text{ mm}^2/\text{mm}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $0,2 \text{ mm}^2/\text{mm}$.

13. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei eine magnetische Feldstärke des magnetischen Feldes (130) empfängerseitig kleiner ist als $900 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$, bevorzugt kleiner ist als $500 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $200 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$.

14. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die elektromagnetische Funktionseinheit (126)

- eine Spule eines Lautsprechers des Benutzerendgeräts (120),
 - ein mit dem Benutzerendgerät (120) verbundener elektromagnetischer Schwingkreis, oder
 - eine mit dem Benutzerendgerät (120) verbundene Ferritspule (142)
- ist.

15. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die elektromagnetische Funktionseinheit (126) und die Ferritspule (142) des anderen Geräts (140) magnetisch gekoppelt sind,

wobei ein Kopplungsfaktor der magnetischen Kopplung kleiner ist als $5\text{E-}05$, bevorzugt kleiner ist als $5\text{E-}06$, und besonders bevorzugt kleiner ist als $5\text{E-}07$.

16. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei der Schritt des Detektierens (106) des magnetischen Feldes (130) durch das andere Gerät (140) durchgeführt wird.

17. Verfahren (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei die Daten erste Daten sind, wobei das magnetische Feld (130) ein erstes magnetisches Feld ist, wobei das Verfahren (100) ferner aufweist:

Erzeugen eines zweiten magnetischen Feldes (132) mit der Ferritspule (142) des anderen Geräts (140) oder einer weiteren Ferritspule (143) des anderen Geräts (140), wobei das zweite magnetische Feld (132) von dem anderen Gerät (140) zu dem Benutzerendgerät (120) zu übertragene zweite Daten trägt, und

Detektieren des zweiten magnetischen Feldes (132) mit der elektromagnetischen Funktionseinheit (126), um die zweiten Daten zu empfangen.

18. Verfahren (100) nach Anspruch 17,

wobei das Signal (146) zum Ansteuern der Ferritspule (142) oder der weiteren Ferritspule (143) des anderen Geräts (140) aktiv generiert wird.

19. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 17 bis 18,

wobei das Erzeugen des zweiten magnetischen Feldes (132) folgende Schritte aufweist:

Generieren eines zweiten Signals (146) zum Ansteuern der Ferritspule (142) oder der weiteren Ferritspule (143) des anderen Geräts (140), und

Ansteuern der Ferritspule (142) oder der weiteren Ferritspule (143) des anderen Geräts (140) mit dem generierten zweiten Signal (146), um durch die Ferritspule (142) oder die weitere Ferritspule (143) des anderen Geräts (140) das zweite magnetische Feld (132) zu erzeugen, das die zweiten Daten trägt.

20. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 17 bis 19,

wobei der Schritt des Erzeugens des zweiten Signals (146) durch das andere Gerät (140) durchgeführt wird.

21. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 20,

wobei das generierte Signal 124 mit einem Audiosignalgenerator des Benutzerendgeräts (120) generiert wird.

22. Verfahren (100) nach Anspruch 21,

wobei die elektromagnetische Funktionseinheit (126) über eine Audioschnittstelle (128) des Benutzerendgeräts (120) mit dem Audiosignalgenerator des Benutzerendgeräts (120) verbunden ist.

23. Verfahren (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 20,

wobei das generierte Signal (124) mit einem mit dem Benutzerendgerät (120) verbundenen Signalgenerator generiert wird.

24. Verfahren (100) nach Anspruch 23,

wobei das Benutzerendgerät (120) über eine drahtlose Schnittstelle (125) mit dem Signalgenerator (122) verbunden ist.

25. Verfahren (100) nach Anspruch 24,

wobei die elektromagnetische Funktionseinheit (126) über eine drahtgebundene Schnittstelle mit dem Signalgenerator (122) verbunden ist.

26. Benutzerendgerät (120),

wobei das Benutzerendgerät (120) konfiguriert ist, um einen Signalgenerator (122) anzusteuern ein Signal (124) zum Ansteuern einer Ferritspule (142) zu generieren und die Ferritspule (142) mit dem generierten Signal (124) anzusteuern, um durch die Ferritspule (126) ein erstes magnetisches Feld (130) zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät (120) zu dem anderen Gerät (140) zu übertragene erste Daten trägt.

27. Benutzerendgerät (120) nach Anspruch 26,

wobei der Signalgenerator (122) ein Audiosignalgenerator ist,

wobei das Benutzerendgerät (120) den Audiosignalgenerator aufweist.
28. Benutzerendgerät (120) nach Anspruch 27,

wobei die Ferritspule (126) über eine kabelgebundene Audioschnittstelle (128) des Benutzerendgeräts (120) mit dem Benutzerendgerät (120) verbunden ist.
29. Benutzerendgerät (120) nach Anspruch 26,

wobei das Benutzerendgerät (120) über eine drahtlose Schnittstelle (125) mit dem Signalgenerator (122) verbunden ist.
30. Benutzerendgerät (120) nach Anspruch 29,

wobei die Ferritspule (126) über eine kabelgebundene Schnittstelle mit dem Signalgenerator (122) verbunden ist.
31. Benutzerendgerät (120) nach einem der Ansprüche 25 bis 29,

wobei das Benutzerendgerät (120) konfiguriert ist, um mittels eines Signaldetektors (150) ein von dem anderen Gerät (140) erzeugtes zweites magnetisches Feld (132) mit der Ferritspule (126) zu detektieren, um von dem anderen Gerät (140) zu dem Benutzerendgerät (120) zu übertragene zweite Daten zu empfangen, die das zweite magnetische Feld (132) trägt.
32. Benutzerendgerät (120) nach Anspruch 31,

wobei der Signaldetektor (150) ein Audiosignaldetektor ist,

wobei das Benutzerendgerät (120) den Audiosignaldetektor aufweist.
33. Benutzerendgerät (120) nach Anspruch 32,

wobei die Ferritspule (126) über eine kabelgebundene Audioschnittstelle (128) des Benutzerendgeräts (120) mit dem Signaldetektor (150) verbunden ist.

34. Benutzerendgerät (120) nach Anspruch 31,

wobei das Benutzerendgerät (120) über eine drahtlose Schnittstelle (125) mit dem Signaldetektor (122) verbunden ist.

35. Benutzerendgerät (120) nach Anspruch 34,

wobei die Ferritspule (126) über eine kabelgebundene Schnittstelle mit dem Signaldetektor (150) verbunden ist.

36. Benutzerendgerät (120) nach einem der Ansprüche 26 bis 35,

wobei das Benutzerendgerät (120) ein Mobiltelefon oder Tablet ist.

37. Anderes Gerät (140), mit folgenden Merkmalen:

einem Mikrocontroller (144), und

einer Ferritspule (142) zum Detektieren eines ersten magnetischen Feldes (130) und zum Erzeugen eines zweiten magnetischen Feldes (132),

wobei der Mikrocontroller (144) konfiguriert ist, um das von der Ferritspule (142) detektierte erste magnetische Feld (130) auszuwerten, um erste Daten zu empfangen, die das erste magnetische Feld (130) trägt,

wobei der Mikrocontroller (144) konfiguriert ist, um ein Signal (146) zum Ansteuern der Ferritspule (142) zu generieren, und um die Ferritspule (142) mit dem generierten Signal (146) anzusteuern, um durch die Ferritspule (142) das zweite magnetische Feld (132) zu erzeugen, wobei das zweite magnetische Feld (132) zweite Daten trägt.

38. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei das Signal (146) zum Ansteuern der Ferritspule (142) aktiv generiert wird.

39. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei die Ferritspule (142) eine SMD bestückbare Ferritspule ist.
40. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei die Ferritspule (142) eine Induktivität im Bereich von 50 μH bis 5 mH aufweist.
41. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei eine Frequenz des magnetischen Feldes (130) kleiner ist als 50 kHz.
42. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei die Ferritspule (142) ein Volumen von weniger als 1500 mm^3 , bevorzugt von weniger als 1000 mm^3 und besonders bevorzugt von weniger als 500 mm^3 aufweist.
43. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule (142) und einer Induktivität der Ferritspule (142) kleiner ist als 350 mm^3/mH , bevorzugt kleiner ist als 200 mm^3/mH und besonders bevorzugt kleiner ist als 100 mm^3/mH .
44. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule (142) und einer Frequenz des magnetischen Feldes (130) kleiner ist als 90 mm^3/kHz , bevorzugt kleiner ist als 60 mm^3/kHz und besonders bevorzugt kleiner ist als 30 mm^3/kHz .
45. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei ein Verhältnis zwischen einem Volumen der Ferritspule (142) und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld (130) übertragenen Daten kleiner ist als 6 mm^3/mm , bevorzugt kleiner ist als 4 mm^3/mm und besonders bevorzugt kleiner ist als 2 mm^3/mm .
46. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule (142) und einer Induktivität der Ferritspule kleiner ist als $80 \text{ mm}^2/\text{mH}$, bevorzugt kleiner ist als $40 \text{ mm}^2/\text{mH}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $20 \text{ mm}^2/\text{mH}$.

47. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule (142) und einer Frequenz des magnetischen Feldes (130) kleiner ist als $15 \text{ mm}^2/\text{kHz}$, bevorzugt kleiner ist als $10 \text{ mm}^2/\text{kHz}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $5 \text{ mm}^2/\text{kHz}$.

48. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei ein Verhältnis zwischen einer Fläche der Ferritspule (142) und einer Reichweite der mit dem magnetischen Feld (130) übertragenen Daten kleiner ist als $0,6 \text{ mm}^2/\text{mm}$, bevorzugt kleiner ist als $0,4 \text{ mm}^2/\text{mm}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $0,2 \text{ mm}^2/\text{mm}$.

49. Anderes Gerät (140) nach einem der vorangehenden Ansprüche,

wobei eine magnetische Feldstärke des magnetischen Feldes (130) empfängerseitig kleiner ist als $900 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$, bevorzugt kleiner ist als $500 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$ und besonders bevorzugt kleiner ist als $200 \text{ } \mu\text{A}/\text{m}$.

50. Anderes Gerät (140), mit folgenden Merkmalen:

einem Mikrocontroller (144), und

einer Spule (142) zum Detektieren eines ersten magnetischen Feldes (130) und zum Erzeugen eines zweiten magnetischen Feldes (132),

wobei der Mikrocontroller (144) konfiguriert ist, um das von der Spule (142) detektierte erste magnetische Feld (130) auszuwerten, um erste Daten zu empfangen, die das erste magnetische Feld (130) trägt,

wobei der Mikrocontroller (144) konfiguriert ist, um ein Signal (146) zum Ansteuern der Spule (142) zu generieren, und um die Spule (142) mit dem generierten Signal (146)

anzusteuern, um durch die Spule (142) das zweite magnetische Feld (132) zu erzeugen, wobei das zweite magnetische Feld (132) zweite Daten trägt,

wobei die Spule (142)

- zwischen komplementären Pulsweitenmodulationsanschlüssen des Mikrocontrollers (144) geschaltet ist,
- zwischen Eingangs-/Ausgangs-Anschlüssen des Mikrocontrollers (144) geschaltet ist, wobei die Spule (142) mit einer Vorspannung betrieben wird,
- zwischen einem Pulsweitenmodulationsanschluss und einem Eingangs-/Ausgangs-Anschluss des Mikrocontrollers (144) geschaltet ist, wobei die Spule (142) mit einer Vorspannung betrieben wird, oder
- in einem Serienschwingkreis mit einem Kondensator zwischen einem Anschluss des Mikrocontrollers (144) und einem Versorgungsanschluss geschaltet ist.

51. Anderes Gerät (140) nach Anspruch 50,

wobei die Spule (142) eine Ferritspule oder Luftspule ist.

52. Anderes Gerät (140) nach einem der Ansprüche 37 bis 51,

wobei das andere Gerät (140) ein IoT-Knoten oder eine WLAN-Kamera ist.

53. System (110), mit folgenden Merkmalen:

einem Benutzerendgerät (120) nach einem der Ansprüche 26 bis 36, und

einem anderen Gerät (140) nach einem der Ansprüche 37 bis 52.

54. Verfahren (200) zur bidirektionalen Übertragung von Daten zwischen einem Benutzerendgerät (120) und einem anderen Gerät (140), wobei das Verfahren aufweist:

Generieren (202) eines ersten Signals (124) zum Ansteuern einer ersten elektromagnetischen Funktionseinheit (126), die das Benutzerendgerät (120) aufweist oder die mit dem Benutzerendgerät (120) verbunden ist,

Ansteuern (204) der ersten elektromagnetischen Funktionseinheit (126) mit dem ersten generierten Signal (124), um durch die erste elektromagnetische Funktionseinheit (126) ein erstes magnetisches Feld (130) zu erzeugen, das von dem Benutzerendgerät (120) zu dem anderen Gerät (140) zu übertragene erste Daten trägt,

Detektieren (206) des ersten magnetischen Signals (130) mit einer zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit (142) des anderen Geräts (140), um die ersten Daten zu empfangen,

Generieren (208) eines zweiten Signals (146) zum Ansteuern der zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit (142) des anderen Geräts (140),

Ansteuern (210) der zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit (142) mit dem zweiten generierten Signal (146), um durch die zweite elektromagnetische Funktionseinheit (142) ein zweites magnetisches Feld (132) zu erzeugen, das von dem anderen Gerät (140) zu dem Benutzerendgerät (120) zu übertragene zweite Daten trägt,

Detektieren (212) des zweiten magnetischen Signals mit der ersten elektromagnetischen Funktionseinheit (126), um die zweiten Daten zu empfangen,

wobei das erste Signal (124) und das zweite Signal (146) unterschiedliche Trägerfrequenzen und/oder Datenraten aufweisen.

55. Verfahren (200) nach Anspruch 54,

wobei die erste elektromagnetische Funktionseinheit (126) einen elektromagnetischen Schwingkreis oder eine Ferritspule aufweist,

wobei die zweite elektromagnetische Funktionseinheit (142) einen elektromagnetischen Schwingkreis oder eine Ferritspule aufweist,

56. Verfahren (200) nach einem der Ansprüche 54 bis 55,

wobei nach einem Verbindungsaufbau zwischen dem Benutzerendgerät (120) und dem anderen Gerät (140) beim Generieren zumindest eines aus dem ersten Signal (124)

und dem zweiten Signal (146) auf eine höhere Datenrate und/oder Trägerfrequenz gewechselt wird.

57. Verfahren (200) nach einem der Ansprüche 54 bis 56,

wobei eine Bandbreite der zweiten elektromagnetischen Funktionseinheit (142) breiter ist als eine Bandbreite des ersten Signals (124) bei einem Verbindungsaufbau.

58. Verfahren (200) nach einem der Ansprüche 54 bis 57,

wobei die erste magnetische Funktionseinheit (126) eine erste Ferritspule zum Erzeugen des ersten magnetischen Feldes (130) und eine zweite Ferritspule zum Detektieren des zweiten magnetischen Feldes aufweist.

59. Verfahren (200) nach einem der Ansprüche 54 bis 58,

wobei die zweite magnetische Funktionseinheit eine Ferritspule zum Detektieren des ersten magnetischen Feldes (130) und zum Erzeugen des zweiten magnetischen Feldes aufweist.

60. Verfahren (200) nach einem der Ansprüche 54 bis 59,

wobei das erste magnetische Feld (130) zum Verbindungsaufbau zumindest zwei unterschiedliche Trägerfrequenzen aufweist,

wobei das Verfahren (200) ferner aufweist:

Ermitteln einer Trägerfrequenz des zweiten magnetischen Feldes,

Anpassen der Trägerfrequenz des ersten magnetischen Feldes nach dem Verbindungsbau basierend auf der ermittelten Trägerfrequenz des zweiten magnetischen Feldes.

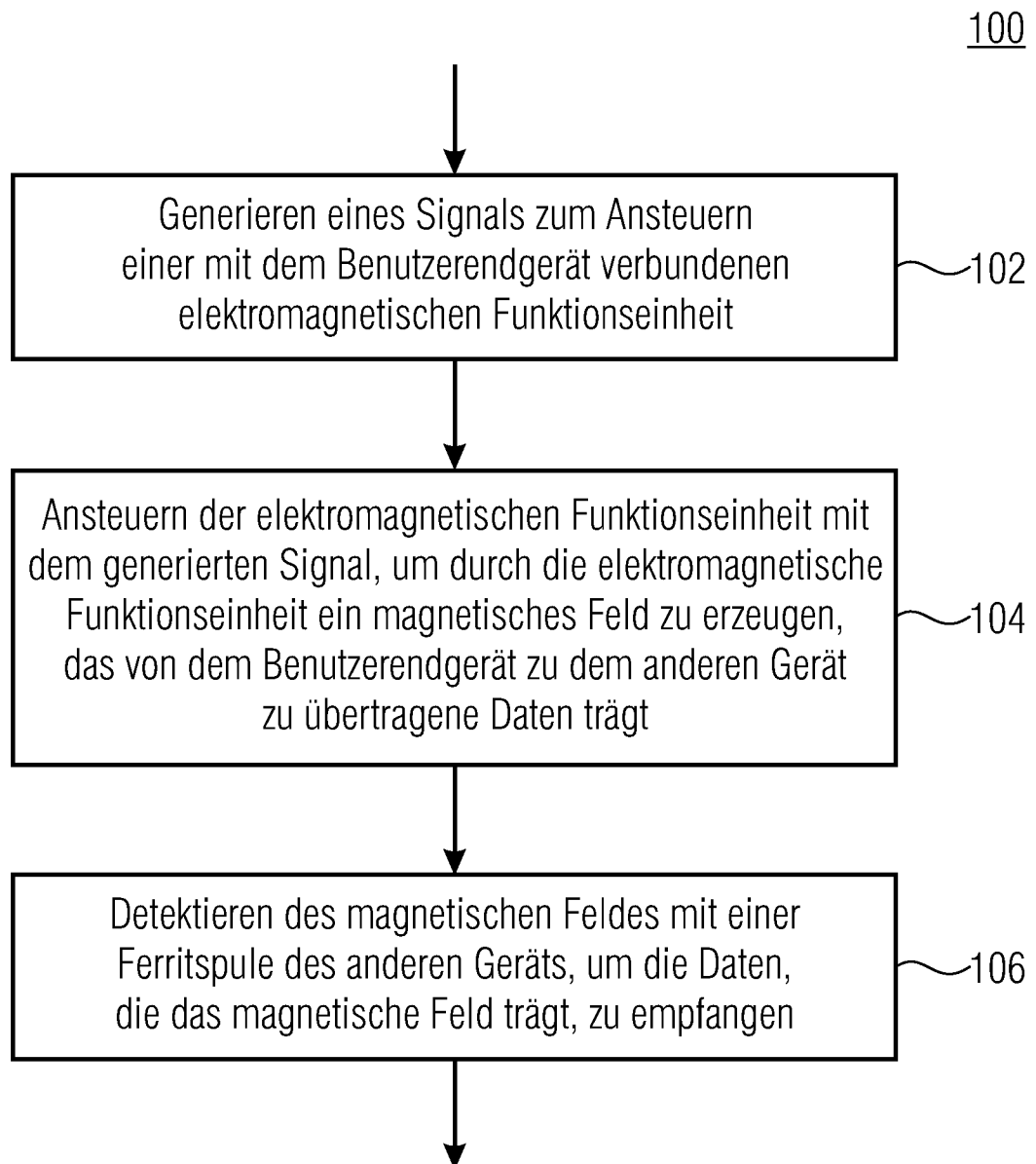


Fig. 1

110

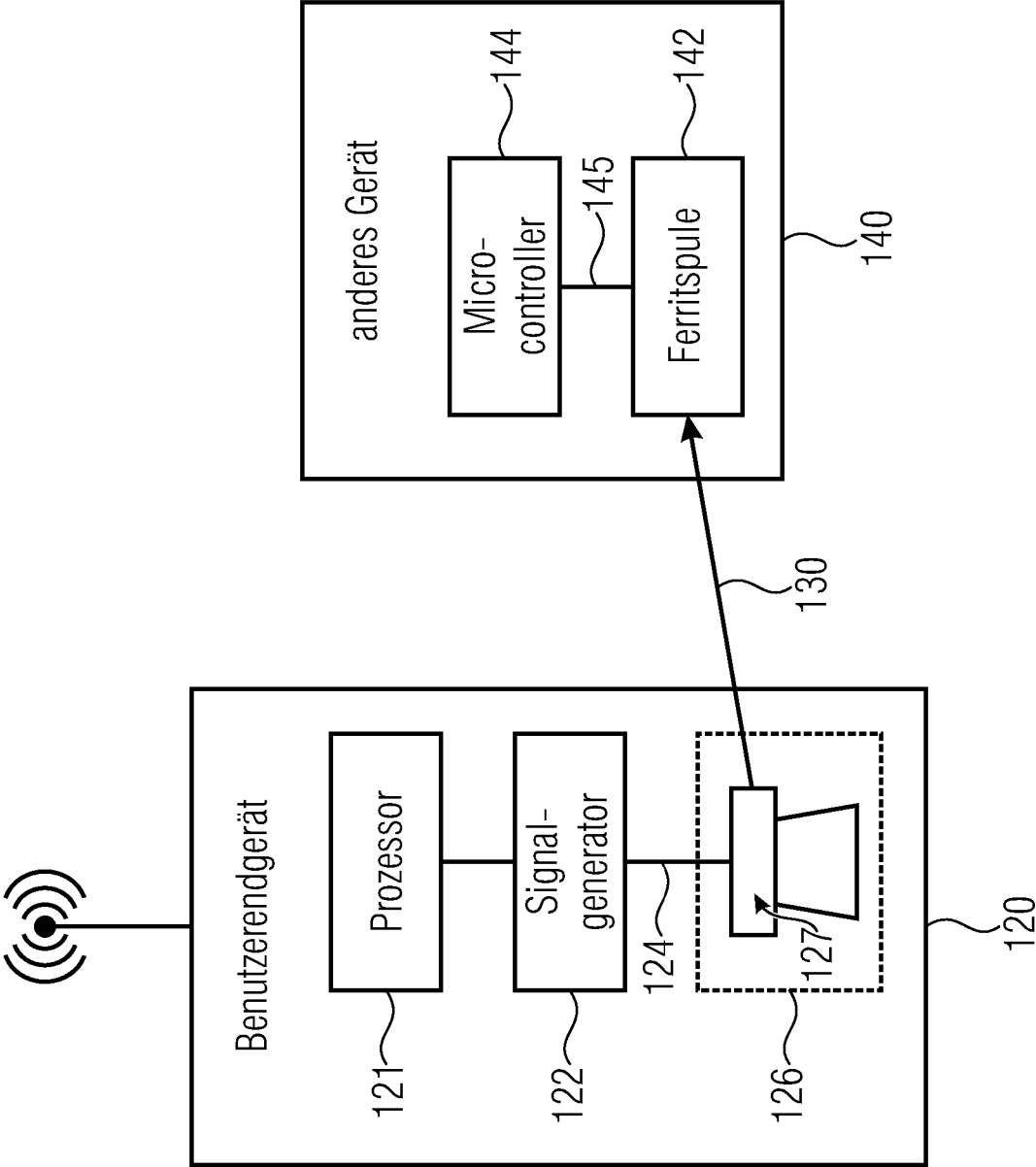


Fig. 2

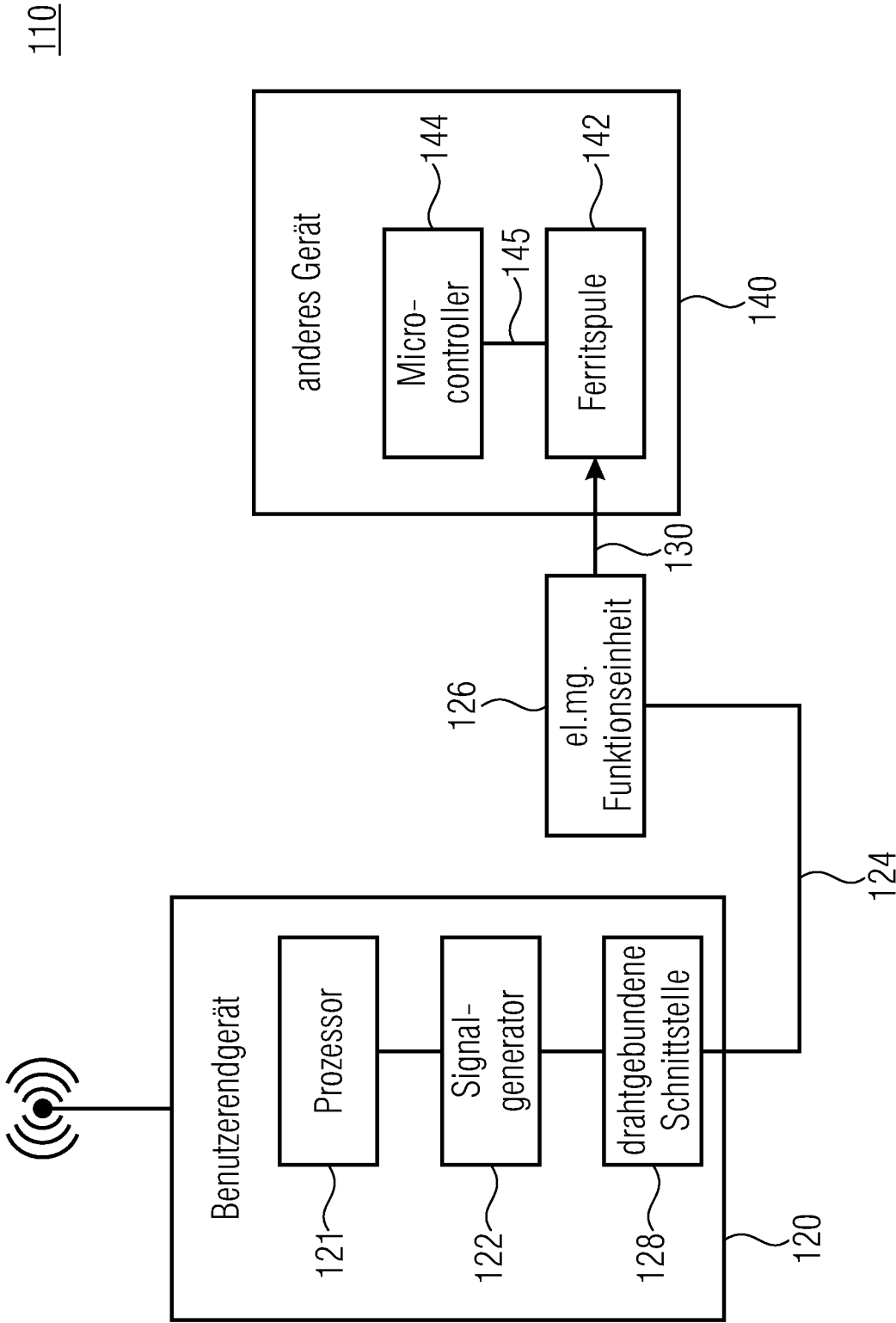


Fig. 3

110

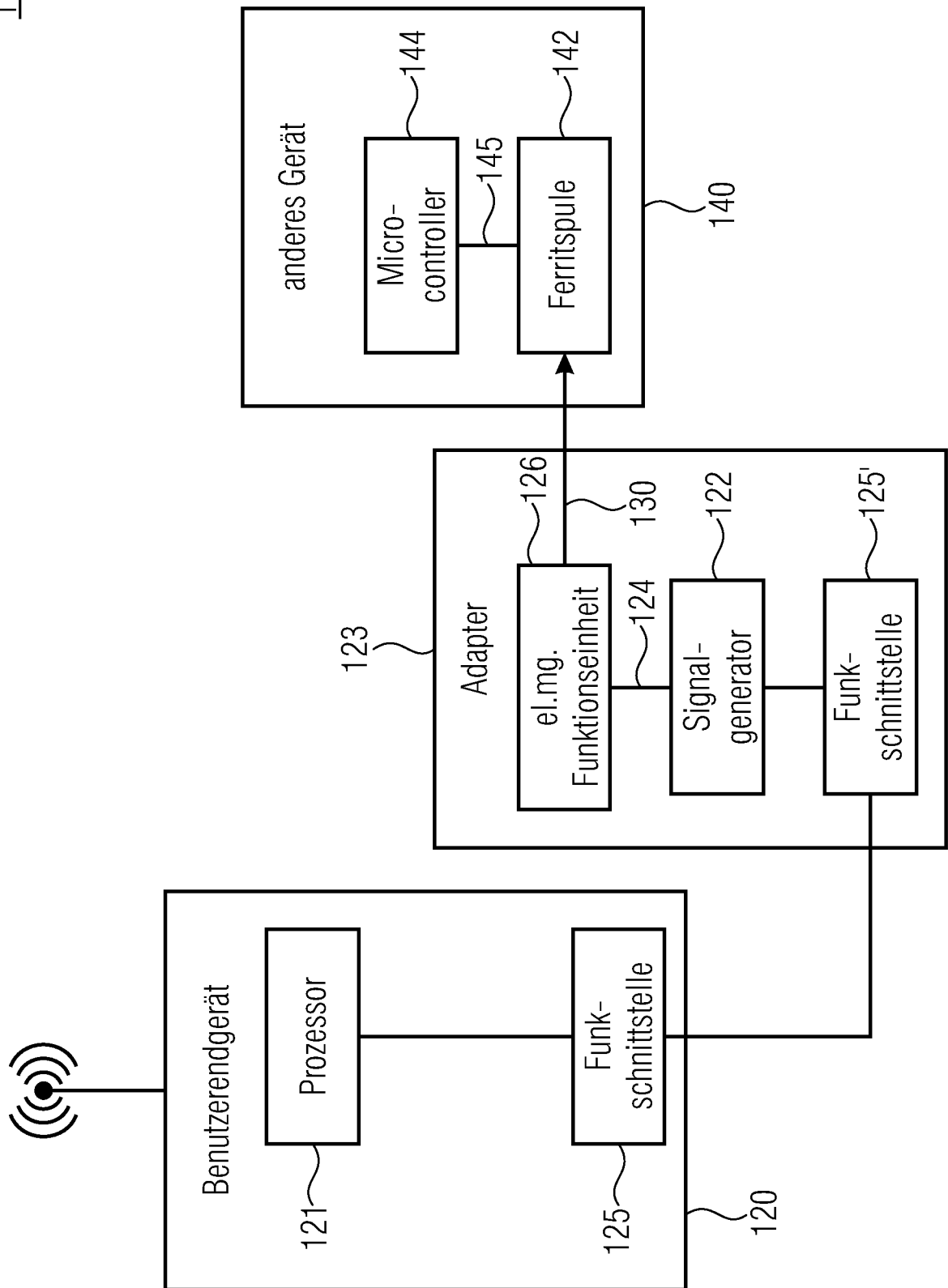


Fig. 4

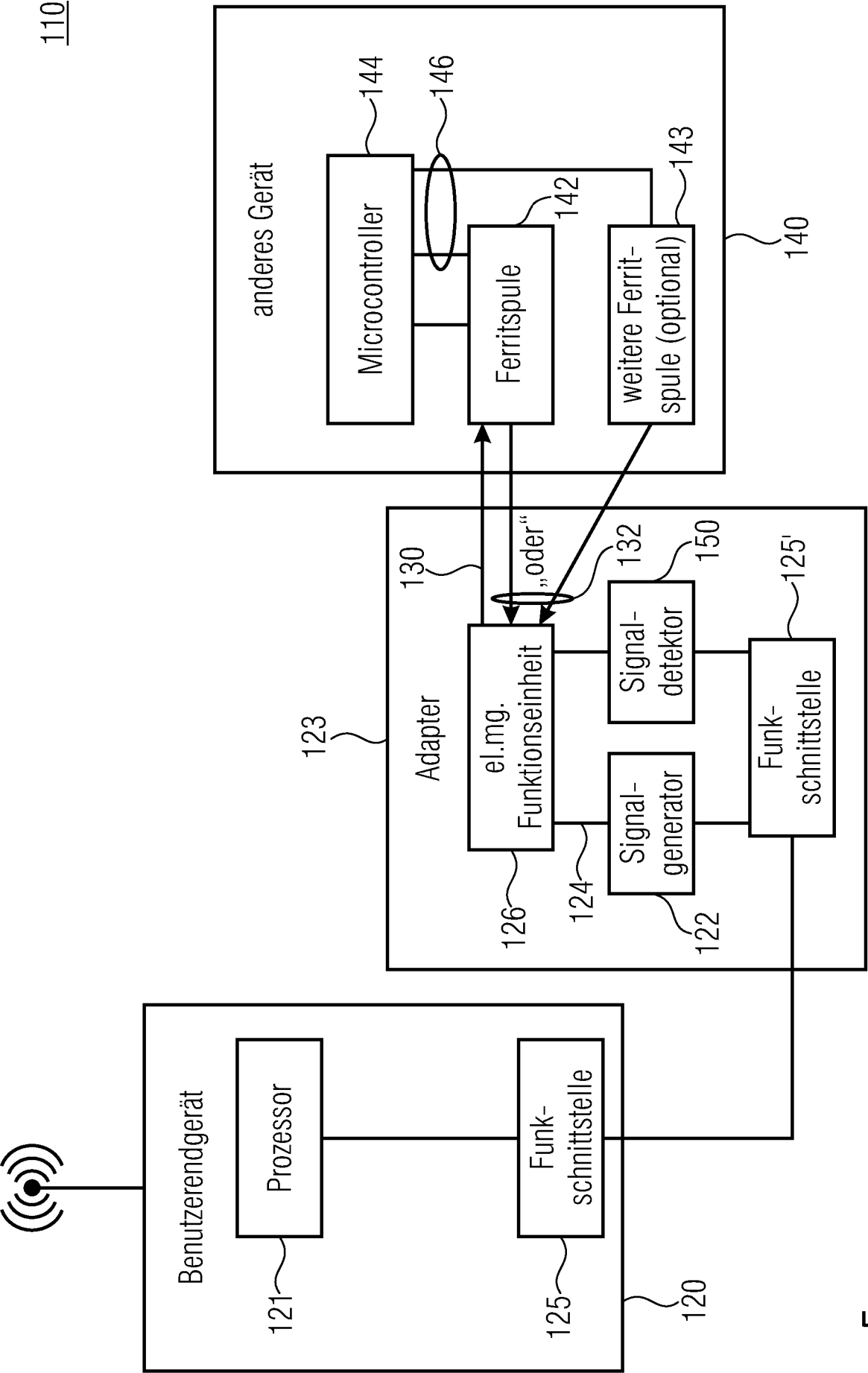


Fig. 5

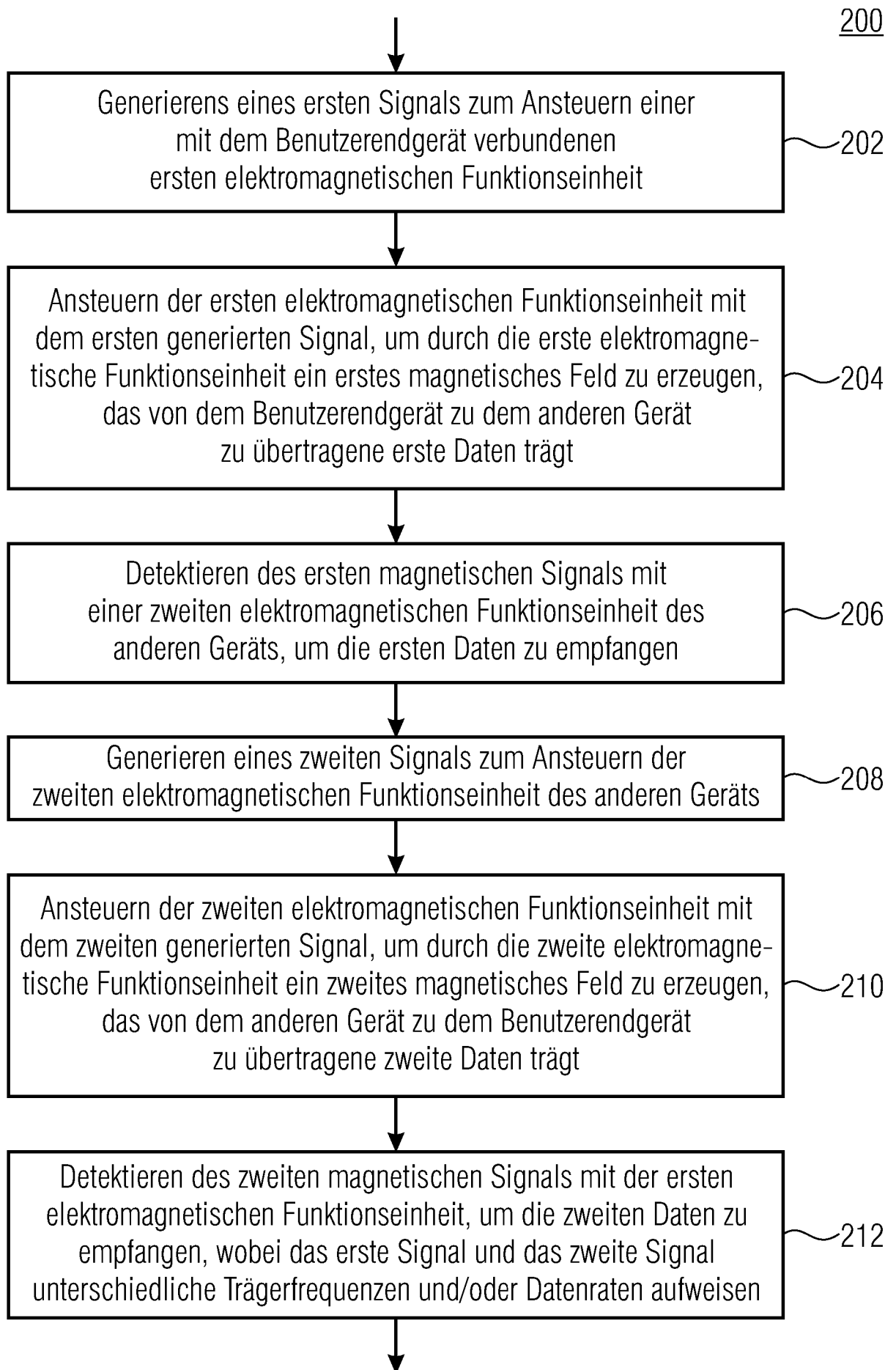


Fig. 6

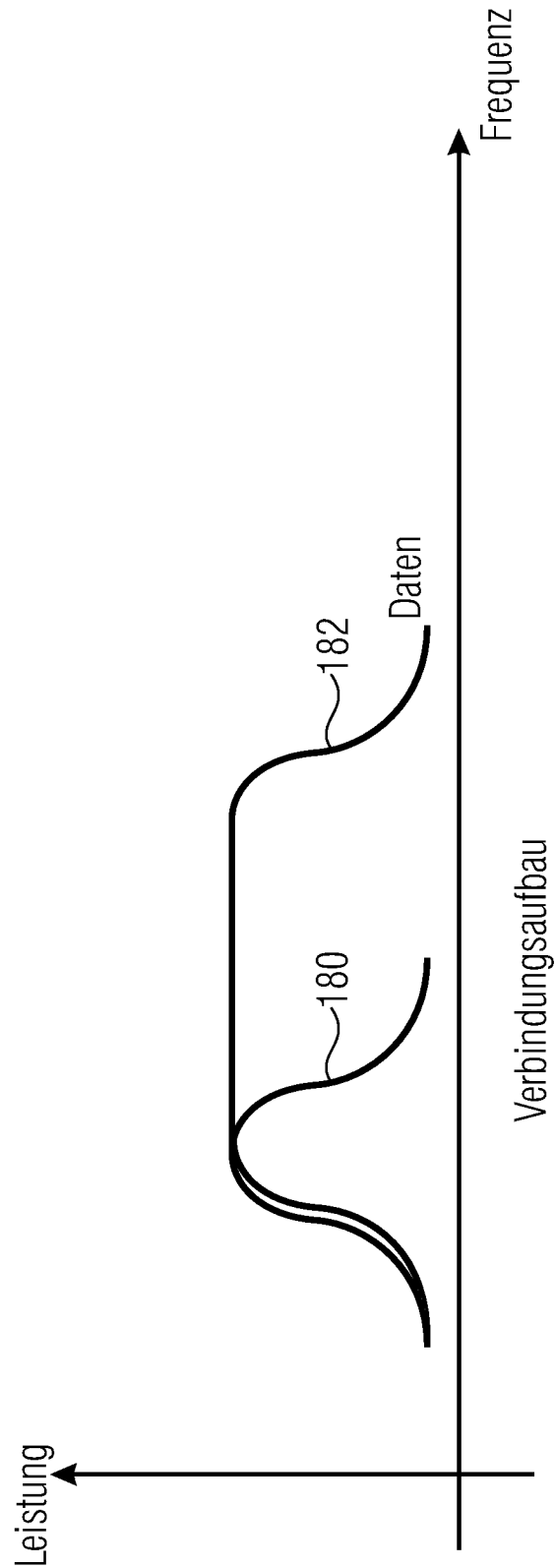


Fig. 7

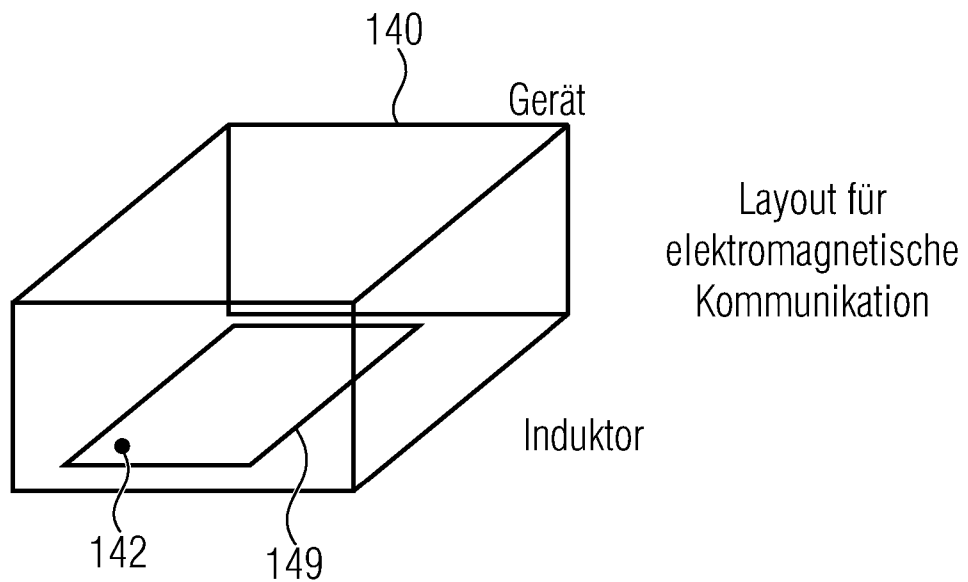


Fig. 8

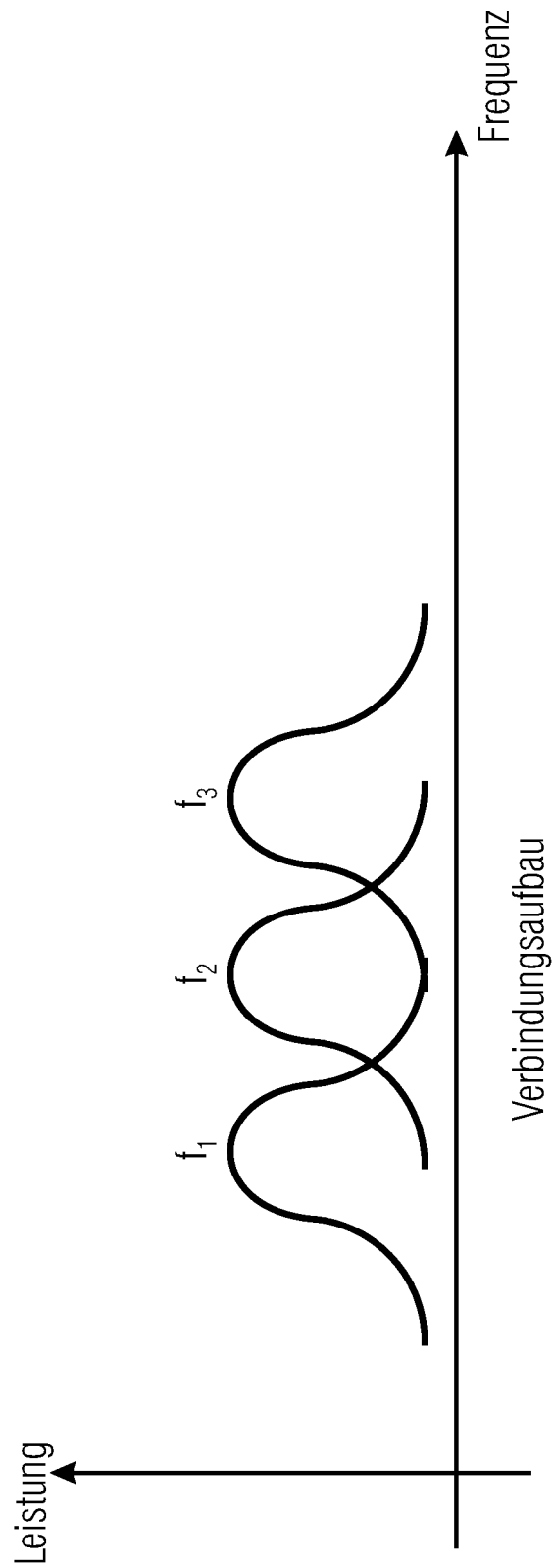


Fig. 9