



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 06 073 T2 2007.01.04**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 420 357 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G06K 7/00 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 06 073.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 257 108.5**

(96) Europäischer Anmeldetag: **11.11.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.05.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.01.2007**

(30) Unionspriorität:
2002328836 12.11.2002 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Sharp K.K., Osaka, JP

(72) Erfinder:
**Shigemasa, Haruhiko, Yamatokoriyama-shi Nara
639-1042, JP; Nakao, Yoshihiro, Ikoma-shi Nara
630-0213, JP**

(74) Vertreter:
**Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667
München**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Anpassung der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik in einem kontaktlosen Energieversorgungssystem, sowie ein kontaktloses Energieversorgungssystem**

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

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

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem, das eine Halbleitervorrichtung, etwa eine IC-Karte, und eine Leistungsversorgungsvorrichtung, die Leistung an die Halbleitervorrichtung durch elektromagnetische Kopplung ohne Kontakt mit dem Halbleiter liefert, enthält, und das Leistungsversorgungssystem, das in dem System verwendet wird, sowie ferner ein Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik für das kontaktlose Leistungsversorgungssystem.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] In den letzten Jahren werden IC-Karten weit verbreitet verwendet, die aus einer Kunststoffkarte hergestellt sind, die einen IC-Chip mit einem nichtflüchtigen Speicher, eine CPU (zentrale Verarbeitungseinheit) usw. enthält. Die IC-Karte ist vorteilhafter in Bezug auf die Handhabung großer Datenmengen, die Sicherheit usw. als eine Magnetkarte, die allgemein verwendet wurde. Bei derartigen Vorteilen konzentriert sich nun die Aufmerksamkeit auf eine IC-Karte als der neue Kartentyp für die nächste Generation.

[0003] Der Grund für die rasche Verbreitung der IC-Karte besteht in der Kompatibilität mit verschiedenen Anwendungen. Die IC-Karte kann nicht nur Anwendungen ausführen, die gegenwärtig von der Magnetkarte ausgeführt werden, sondern auch Anwendungen, die infolge von technischen Einschränkungen von einer Magnetkarte nicht ausgeführt werden können. Es wurde außerdem eine Universal-IC-Karte erwartet, die mehrere Anwendungen in einer einzigen Karte vereint.

[0004] Die IC-Karte verwendet eine Lese-/Schreibvorrichtung zur Leistungsversorgung und zum Schreiben von Informationen. Die IC-Karte und die Lese-/Schreibvorrichtung gehören in Abhängigkeit von ihren Schnittstellen zum Kontakttyp und zum kontaktlosen Typ.

[0005] Beim Kontakttyp enthalten die IC-Karte und die Lese-/Schreibvorrichtung jeweils einen metallischen Verbindungsanschluss und ein Datenaustausch wird ausgeführt, indem der Verbindungsanschluss der IC-Karte mit dem Verbindungsanschluss der Lese-/Schreibvorrichtung in Kontakt gebracht wird. Die Herstellung eines Kontakts zwischen entsprechenden Verbindungsanschlüssen ermöglicht außerdem eine Leistungsversorgung von der Lese-/Schreibvorrichtung zu der IC-Karte.

[0006] Beim kontaktlosen Typ enthalten die IC-Kar-

te und die Lese-/Schreibvorrichtung jeweils eine Antennenspule. Die Antennenspule der Lese-/Schreibvorrichtung erzeugt ein veränderliches elektrisches Feld und die Antennenspule der IC-Karte tritt in das erzeugte veränderliche elektrische Feld ein, um der Lese-/Schreibvorrichtung zu ermöglichen, durch die Technologie der elektromagnetischen Induktion Leistung an die IC-Karte zu liefern und um außerdem eine Datenübertragung zwischen der Lese-/Schreibvorrichtung und der IC-Karte zu ermöglichen.

[0007] Die kontaktlose IC-Karte führt eine Gleichrichtung einer induzierten Spannung, die in der Antennenspule erzeugt wird, an einer Diodenbrücke aus, bevor sie die Spannung an entsprechende Funktionsblöcke liefert. Es wird angemerkt, dass auf diese Weise eine Übertragung zwischen der Antennenspule der kontaktlosen Lese-/Schreibvorrichtung und der Antennenspule der kontaktlosen IC-Karte mit einer elektromagnetischen Welle ausgeführt wird, die eine Trägerfrequenz z. B. im Bereich von einigen MHz bis mehreren zehn MHz besitzt.

[0008] Die kontaktlose IC-Karte enthält keinen Verbindungsanschluss für eine externe Vorrichtung und deshalb muss kein Bruchschaden des Verbindungsabschnitts oder dergleichen befürchtet werden. Die kontaktlose IC-Karte kann ferner eine Leistungsversorgung und einen Datenaustausch mit der kontaktlosen Lese-/Schreibvorrichtung ausführen, indem sie lediglich der kontaktlosen Lese-/Schreibvorrichtung näher kommt. Demzufolge ist die kontaktlose IC-Karte in Bezug auf die Verringerung der Wartungskosten, einfache Handhabung, schnelle Verarbeitung usw. vorteilhaft.

[0009] Die kontaktlose Lese-/Schreibvorrichtung gehört grob zu zwei Untergliederungen in Abhängigkeit davon, ob die Vorrichtung eine Funktion zum Fixieren der kontaktlosen IC-Karte besitzt oder nicht. Die zuerst genannte Karte wird als der eng beabstandete Typ bezeichnet, während die zuletzt genannte Karte als ein offener Typ bezeichnet wird.

[0010] Der Übertragungsabstand zwischen der Lese-/Schreibvorrichtung des eng beabstandeten Typs und der IC-Karte ist nicht größer als 5 mm und beträgt häufig 1 mm. Ein derartiger kurzer Abstand zwischen Lese-/Schreibvorrichtung des eng beabstandeten Typs und IC-Karte ist für Finanzbereiche interessant, bei denen die Sicherheit von Informationen eine wichtige Rolle spielt. Aus diesem Grund besteht auf dem herkömmlichen Markt ein größerer Bedarf an der Lese-/Schreibvorrichtung des eng beabstandeten Typs als an einer Vorrichtung des offenen Typs.

[0011] In den letzten Jahren wird die IC-Karte jedoch häufiger auf Gebieten des Verkehrs und außerdem als ein System zur Überwachung des Zu-

tritts/Verlassens von Räumen verwendet und deswegen ist der Bedarf an dem offenen Typ so angestiegen, dass er größer ist als der an dem eng beabstandeten Typ. Ein Beispiel kann ein Bahn- oder Busticket sein, das aus einer IC-Karte hergestellt ist, die verwendet wird, indem sie durch den Benutzer zu einer Ticketschranke hochgehalten wird, die eine Lese-/Schreibvorrichtung des offenen Typs enthält, um zu ermöglichen, dass die Vorrichtung eine Datenverarbeitung mit der IC-Karte ausführt (Datenverarbeitung durch "Hochhalten"). Andernfalls wird die IC-Karte ständig mit der Ticketschranke in Kontakt gebracht (Datenverarbeitung durch "Berühren und Gehen").

[0012] Der Übertragungsabstand zwischen der Lese-/Schreibvorrichtung des offenen Typs und der IC-Karte ist jedoch nicht festgelegt, wodurch dann ein Problem entsteht, wenn die Leistungsversorgung von der Lese-/Schreibvorrichtung zur IC-Karte ausgeführt wird. **Fig. 8** zeigt die Beziehung zwischen dem Übertragungsabstand von einer Lese-/Schreibvorrichtung des offenen Typs zu einer IC-Karte und der Leistung, die von der IC-Karte empfangen wird, wenn die Leistungsversorgung der Lese-/Schreibvorrichtung des offenen Typs festgelegt ist. Wie in der Figur erkannt werden kann, wird die von der IC-Karte empfangene Leistung maximal, wenn der Übertragungsabstand 0 ist, und nimmt dann allmählich ab, wenn der Übertragungsabstand größer wird.

[0013] Deswegen empfängt in einem angenehmen Bereich des Übertragungsabstands eine IC-Karte, die sich näher an der Lese-/Schreibvorrichtung befindet, mehr Leistung. Die Differenz der empfangenen Leistung wird in Wärme umgesetzt, wodurch eine Wärmezeugung der IC-Karte bewirkt wird, wenn die Karte für eine lange Zeit nahe an der Lese-/Schreibvorrichtung angeordnet wird.

[0014] Um die Erwartungen an eine Universal-IC-Karte zu erfüllen, muss die Leistung von der Lese-/Schreibvorrichtung vergrößert werden, da die Universal-IC-Karte infolge ihres nichtflüchtigen Speichers mit mindestens 1 MB, der eine große Leistung verbraucht, eine höhere minimale Spannung zur Ansteuerung benötigt als die herkömmliche Karte.

[0015] **Fig. 9** zeigt eine Beziehung zwischen dem Übertragungsabstand und der von der IC-Karte empfangenen Leistung, wenn von der Lese-/Schreibvorrichtung des offenen Typs mehr Leistung geliefert wird. Wie in der Figur erkannt werden kann, kann die empfangene Leistung vergrößert werden, indem mehr Leistung geliefert wird, wenn der Übertragungsabstand zwischen der IC-Karte und der Lese-/Schreibvorrichtung festgelegt ist.

[0016] Eine größere Leistungsversorgung bewirkt jedoch einen Anstieg der Leistungsdifferenz der emp-

fangenen Leistung zwischen entsprechenden Übertragungsabständen. Ferner kann ein übermäßiges Ansteigen der Leistungsversorgung eine nachteilige Wirkung auf andere Vorrichtungen hervorrufen. Im Hinblick auf die Realisierung der Universal-IC-Karte ist es somit erforderlich, die durch die Differenz der empfangenen Leistung bewirkte Wärmezeugung zu verringern.

[0017] Ferner besteht eine kürzlich entstandene Forderung für die IC-Karte in einem größeren Übertragungsabstand, um eine größere Bequemlichkeit zu realisieren. Um den Übertragungsabstand zu vergrößern, ist es jedoch erforderlich, die Leistungsversorgung von der Lese-/Schreibvorrichtung zu vergrößern, wie in **Fig. 9** gezeigt ist, und deswegen entsteht das gleiche Problem wie oben.

[0018] Im Hinblick auf das Problem der Wärmezeugung kann ein Lösungsbeispiel in der japanischen Patentoffenlegungsschrift Tokukaihei 11-338983/1999 (die am 10. Dezember 1999 veröffentlicht wurde) gefunden werden, bei dem die Leistungsversorgung von der Lese-/Schreibvorrichtung gemäß dem Übertragungsabstand zwischen der Lese-/Schreibvorrichtung und der IC-Karte eingestellt wird. **Fig. 7** zeigt ein Anordnungsbeispiel der Lese-/Schreibvorrichtung und der IC-Karte, die in der oben genannten Veröffentlichung offenbart sind. In der Figur zeigt die linke Seite von der unterbrochenen Linie ein Anordnungsbeispiel einer Lese-/Schreibvorrichtung **100** und die rechte Seite zeigt ein Anordnungsbeispiel einer IC-Karte **101**.

[0019] Die Lese-/Schreibvorrichtung **100** enthält einen Oszillator **110**, eine Leistungssteuerschaltung **111**, einen Verstärker **112**, eine Anpassungsschaltung **113**, eine Spannungserfassungsschaltung **114**, eine Lese-/Schreib-IC **115**, einen Abstimmkondensator **116** und eine Antennenspule **117**. Der Oszillator **110** gibt eine Hochfrequenzwelle aus, die durch den Verstärker **112** verstärkt und über die Anpassungsschaltung **113** an die Antennenspule **117** geliefert wird. Die Antennenspule **117** ist mit dem Abstimmkondensator **116** direkt verbunden, um den Übertragungswirkungsgrad zu verbessern. Es wird angemerkt, dass die Antennenspule **117** in dem Schaltplan von **Fig. 7** aus einer Induktivitätskomponente L1 und einer Widerstandskomponente R1 aufgebaut ist.

[0020] Die IC-Karte **101** enthält eine Antennenspule **120**, einen Abstimmkondensator **121**, einen Gleichrichtungsschaltungsabschnitt **122** und einen IC-Karten-Logikabschnitt **123**. Der Abstimmkondensator **121** ist mit der Antennenspule **120** parallel geschaltet und der Abstimmkondensator **116** ist mit der Lesevorrichtung **100** verbunden, um den Übertragungswirkungsgrad vorteilhaft mit einer Eigeninduktivität L2 der Antennenspule **120** zu verbessern. Die elektromagnetische Kopplung der Antennenspule **120** der

IC-Karte **101** und der Antennenspule **117** der Lese-/Schreibvorrichtung **100** erzeugt eine induzierte Spannung, die dann durch den Gleichrichtungsschaltungsabschnitt **122** gleichgerichtet und auf eine vorbestimmte Spannung eingestellt wird, bevor sie an den IC-Karten-Logikabschnitt **123** geliefert wird.

[0021] Die Lese-/Schreibvorrichtung **100** ist dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Leistungssteuerschaltung **111** zur Steuerung der Leistungsversorgung an die Antennenspule **117**, eine Spannungserfassungsschaltung **114** zum Erfassen einer Eingangsspannung der Antennenspule **117** und eine erste und eine zweite Tabelle, die in der Lese-/Schreib-IC **115** gespeichert sind, enthält.

[0022] Die erste Tabelle dient zum Ableiten eines Kopplungskoeffizienten k aus einer Ausgangsspannung V_s der Leistungssteuerschaltung **111** und einer Eingangsspannung V der Antennenspule, die durch die Spannungserfassungsschaltung **114** erfasst wird. Diese Tabelle beruht auf einer Formel $V = V_s \times f(k)$ (wobei f eine Funktion ist).

[0023] Die zweite Tabelle dient zum Ableiten einer optimalen Spannung V_s (eine Spannung, die keine übermäßige Wärme erzeugt) für den Kopplungskoeffizienten k aus dem Kopplungskoeffizienten k und einer optimalen empfangenen Leistung P . Diese Tabelle beruht auf einer Formel $P = g(V_s, k)$ (wobei g eine Funktion ist).

[0024] In der vorhergehenden Anordnung erfasst die Spannungserfassungsschaltung **114** eine Ausgangsspannung V (Eingangsspannung für die Antennenspule **117**) des Verstärkers **112** zu einem bestimmten Zeitpunkt. Der erfasste Wert der Ausgangsspannung V wird zu der Lese-/Schreib-IC **115** gesendet. Da die Lese-/Schreib-IC **115** die Ausgangsspannung V_s der Leistungssteuerschaltung **111** steuert, hat sie in dieser Stufe den Wert der Ausgangsspannung V_s bereits erhalten.

[0025] Anschließend erhält die Lese-/Schreib-IC **115** den Kopplungskoeffizienten k unter Bezugnahme auf die erste Tabelle unter Verwendung der Ausgangsspannung V des Verstärkers **112** und der Ausgangsspannung V_s der Leistungssteuerschaltung **111**. Dann erhält die Lese-/Schreib-IC **115** eine optimale Ausgangsspannung V_s (eine Spannung, die keine übermäßige Wärme erzeugt) der Leistungssteuerschaltung **111** für den Kopplungskoeffizienten k unter Bezugnahme auf die zweite Tabelle unter Verwendung des Kopplungskoeffizienten k , der erhalten wurde, und der für die IC-Karte optimalen empfangenen Leistung P .

[0026] Die Lese-/Schreib-IC **115** steuert ferner die Leistungssteuerschaltung **111**, so dass die Leistungssteuerschaltung **111** die erhaltene Ausgangs-

spannung V_s ausgibt. Es ist demzufolge möglich, die Lieferung von zusätzlicher Leistung zu begrenzen und eine Wärmeerzeugung infolge der Leistungsdifferenz zu vermeiden.

[0027] Die oben genannte IC-Karte **101** und die Lese-/Schreibvorrichtung **100**, die eine Wärmeerzeugung infolge der Leistungsdifferenz der empfangenen Leistung verhindern kann, bewirkt eine Vergrößerung des Schaltungsumfangs und ein Ansteigen des Leistungsverbrauchs, da die Leistungssteuerschaltung **111** und die Spannungserfassungsschaltung **114** vorgesehen sind.

[0028] Die IC-Karte **101** und die Lese-/Schreibvorrichtung benötigen ferner ein Ansteigen der Leistungsversorgung, wenn der Übertragungsabstand größer wird. Deswegen kann das Problem der nachteiligen Auswirkung auf die anderen Vorrichtungen infolge eines Ansteigens der Leistungsversorgung trotzdem nicht gelöst werden.

[0029] Das Patent US 6.427.065 offenbart ein Leistungsübertragungssystem, eine IC-Karte und ein Informationsübertragungssystem, das eine IC-Karte verwendet. In dem Leistungsübertragungssystem wird Leistung von der Leistungsübertragungsvorrichtung per Funk an die IC-Karte übertragen. In der IC-Karte wird die übertragene induzierte Leistung in eine Gleichspannung umgesetzt, die übertragene induzierte Leistung oder eine Spannung, die der induzierten Leistung entspricht, wird erfasst und eine gewünschte Gleichspannung, die an die interne Schaltung geliefert werden soll, wird bei der Steuerung des Widerstands der erfassten induzierten Leistung oder der Spannung, die der induzierten Leistung entspricht, erhalten.

[0030] Das Patent WO 99/43096 offenbart ein Datenübertragungsendgerät, das eine Antennenschaltung zum Liefern eines Leistungssignals an eine tragbare Datenvorrichtung enthält. Das Endgerät umfasst ferner ein Verfahren zum automatischen Einstellen der Leistung, die an der tragbaren Datenvorrichtung empfangen wird, ohne eine Übertragungsrückkopplung von der tragbaren Datenvorrichtung durch Überwachen der Impedanzcharakteristik für die Antennenschaltung. Wenn eine Änderung der überwachten Impedanzcharakteristiken erfasst wird, stellt das Datenübertragungsendgerät den Leistungspegel für das Anschlussignal, das an die tragbare Datenvorrichtung geliefert wird, ein.

[0031] Das Patent US 2002/0.096.368 offenbart eine Antennenvorrichtung zum Versorgen einer vorgegebenen elektronischen Schaltung mit einer elektromotorischen Kraft anhand der Energie von elektromagnetischen Wellen, die über die Antenne empfangen werden, die ein Lastwiderstand-Umsetzungsmittel zum Umsetzen des Lastwiderstands der elektroni-

schen Schaltung vom Standpunkt der Antenne in einen vorgegebenen Wert enthält, wobei das Lastwiderstand-Umsetzungsmittel die elektronische Schaltung mit der maximalen elektromotorischen Kraft versorgt.

[0032] Das Patent EP 0 722 094 offenbart ein kontaktloses IC-Karten-System, das Signale zwischen einer Abfrageeinrichtung und einem Transponder sendet und empfängt, wobei ein Sender/Empfänger, der für die Abfrageeinrichtung verwendet wird, Abstandserfassungsmittel zum Erfassen des Abstands zwischen der Abfrageeinrichtung und dem Transponder und ein Ausgangssteuermittel zum Steuern des Ausgangspegels der Abfrageeinrichtung in Übereinstimmung mit den Signalen, die von dem Abstandserfassungsmittel erfasst werden, umfasst, um den Empfangspegel des Transponders in dem Bereich des vorgegebenen Wertes zu halten.

[0033] Das Patent WO 02/27650 offenbart ein Verfahren zum selektiven Verstimmen einer Resonanzschaltung einer per Fernsteuerung gespeisten Vorrichtung. Die Resonanzschaltung wird auf eine Trägerfrequenz abgestimmt, die einem Abfragesignal von einer Abfrageeinrichtung entspricht, die die per Fernsteuerung gespeiste Vorrichtung versorgt. Ein selektives Verstimmen der Resonanzschaltung kann erforderlich werden, wenn das Abfragesignal von der Abfrageeinrichtung für die Überwachungsvorrichtung zu kräftig ist, was eine induzierte Spannung zur Folge hat, die einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt. Wenn das selektive Verstimmen ausgeführt wird, verringert es den Wirkungsgrad der Kopplung von dem Abfragesignal in die Überwachungsvorrichtung. Folglich wird weniger Leistung in die Vorrichtung gekoppelt, wodurch ein unerwünschtes Erwärmen verringert und die Spannung, die an den Leistungsanschluss der Vorrichtung angelegt wird, auf einen sicheren gewünschten Pegel begrenzt wird. Schäden an der Vorrichtung werden verhindert und diese kann bei Temperaturerfassungsanwendungen wirkungsvoll betrieben werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0034] Es soll ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem geschaffen werden, das einen einfachen Aufbau besitzt und eine Wärmeerzeugung infolge der Differenz der empfangenen Leistung verringern kann. Es soll ferner ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem geschaffen werden, bei dem der zulässige Betriebsabstand zwischen einer Halbleitervorrichtung und einer Leistungsversorgungsvorrichtung vergrößert werden kann, ohne die Leistungszufuhr von der Leistungsversorgungsvorrichtung zu vergrößern.

[0035] Gemäß der Erfindung wird ein Einstellverfahren nach Anspruch 1 geschaffen.

[0036] Dabei liegt der vorgegebene Wert des Leistungsversorgungsabstands vorzugsweise in der Nähe eines ähnlichen Leistungsversorgungsabstands, der für das System verwendet wird. Ein kontaktloses Übertragungssystem, bei dem die Halbleitervorrichtung eine IC-Karte und die Leistungsversorgungsvorrichtung eine Lese-/Schreibvorrichtung ist, wird z. B. gemäß einem Übertragungsabstand zwischen der IC-Karte und der Lese-/Schreibvorrichtung in einen eng beabstandeten Typ, einen angrenzenden Typ und einen Nahfeldtyp unterteilt. Die Standardisierung der verschiedenen Typen als ISO 10536, ISO/IEC 14443 und ISO/IEC 15693, bei denen die Übertragungsabstände etwa 1 mm (Millimeter), etwa 100 mm bzw. etwa 700 mm betragen, findet gegenwärtig statt. Somit beträgt der vorgegebene Wert des Leistungsversorgungsabstands vorzugsweise etwa 1 mm bei einem eng beabstandeten Typ, etwa 100 mm bei einem angrenzenden Typ und etwa 700 mm bei einem Nahfeldtyp im Fall eines kontaktlosen Übertragungssystems. Es ist ferner stärker bevorzugt, dass der vorgegebene Wert des Übertragungsabstands nahe bei 30 mm und insbesondere in einem Bereich zwischen 20 mm und 40 mm liegt, wobei dies der wahrscheinlichste Übertragungsabstand ist, der für die IC-Karte des angrenzenden Typs verwendet wird.

[0037] Bei der vorhergehenden Anordnung werden die Impedanzen der ersten und zweiten Impedanzeinstellelemente in der Leistungsversorgungsvorrichtung so bestimmt, dass die Halbleitervorrichtung die größte Leistung bei einem vorgegebenen Wert des Übertragungsabstands empfängt. In einer allgemeinen Funktion $y = f(x)$ ist übrigens die Größenänderung der abhängigen Variable y in der Umgebung des lokalen Maximums und des lokalen Minimums klein. Wenn die abhängige Variable y ferner das lokale Maximum oder das lokale Minimum in ihrem Wertebereich enthält, vergrößert sich die abhängige Variable und verringert sich ebenfalls und der Wertebereich wird kleiner. Bei einer Variable, die sich im Einzelnen in einem vorgegebenen Wertebereich ändert, besitzt eine Variable, die das lokale Maximum oder das lokale Minimum enthält, im Allgemeinen einen kleineren Wertebereich der abhängigen Variable als eine Variable, die monoton größer oder monoton kleiner wird.

[0038] Demzufolge kann in dem Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik in einem kontaktlosen Leistungsversorgungssystem gemäß der Erfindung die Änderung der empfangenen Leistung infolge der Differenz des Leistungsversorgungsabstands verringert werden im Vergleich zu einem herkömmlichen Verfahren, bei dem dann, wenn ein Leistungsversorgungsabstand 0 ist, die empfangene Leistung maximal wird und dann monoton kleiner wird, wenn sich der Leistungsversorgungsabstand vergrößert. Deswegen kann die Wärmeerzeugung infolge der Differenz der empfangenen Leistung mit einer einfachen Struktur, die lediglich mit

ersten und zweiten Einstellimpedanzelementen versehen ist, verringert werden.

[0039] Wenn der Leistungsversorgungsabstand von der Leistungsversorgungsvorrichtung größer wird, während der Betrieb der Halbleitervorrichtung ermöglicht wird, ermöglicht die oben genannte Struktur ferner eine derartige Vergrößerung bei einer kleineren Differenz zwischen dem vergrößerten Leistungsversorgungsabstand und einem Leistungsversorgungsabstand, bei dem die empfangene Leistung maximal wird, wodurch eine größere empfangene Leistung bei dem vergrößerten Leistungsversorgungsabstand als im herkömmlichen System angeboten wird. Es ist demzufolge möglich, den Leistungsversorgungsabstand zu vergrößern, ohne die Leistungsversorgung zu erhöhen.

[0040] Das Verfahren umfasst ferner vorzugsweise den Schritt, der des Weiteren den Schritt des Bestimmens der Leistung, die von der Leistungsversorgungsvorrichtung geliefert wird, umfasst, so dass die Halbleitervorrichtung mehr Leistung als eine minimale Leistung für den Betrieb der Halbleitervorrichtung empfängt, wenn der Leistungsversorgungsabstand in einem vorgegebenen Bereich liegt.

[0041] Bei der vorhergehenden Anordnung werden die Impedanzen der ersten und zweiten Einstellimpedanzelemente so bestimmt, dass die Halbleitervorrichtung mehr Leistung als eine minimale Leistung für den Betrieb der Halbleitervorrichtung empfängt, wenn ein Leistungsversorgungsabstand in einem vorgegebenen Bereich liegt. In diesem Fall kann außerdem die Differenz der empfangenen Leistung infolge einer Veränderung des Leistungsversorgungsabstands im Vergleich zu dem herkömmlichen Verfahren verringert werden, wodurch die Wärmeenerzeugung infolge der Differenz der empfangenen Leistung mit einer einfachen Struktur, die lediglich mit den ersten und zweiten Einstellimpedanzelementen versehen ist, verringert werden kann.

[0042] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird eine Leistungsversorgungsvorrichtung nach Anspruch 12 geschaffen.

[0043] Bei der vorhergehenden Anordnung werden die ersten und zweiten Einstellimpedanzelemente so bestimmt, dass die Halbleitervorrichtung die größte Leistung bei einem Leistungsversorgungsabstand größer als 0 empfängt. Wie beschrieben wurde, kann die Differenz der empfangenen Leistung infolge der Änderung des Leistungsversorgungsabstands im Vergleich zum herkömmlichen Verfahren verringert werden, wodurch die Wärmeenerzeugung infolge der Differenz der empfangenen Leistung mit einer einfachen Struktur, die lediglich mit ersten und zweiten Einstellimpedanzelementen versehen ist, verringert werden kann. Wenn ferner der Leistungsversor-

gungsabstand von der Leistungsversorgungsvorrichtung vergrößert wird, während ein Betrieb der Halbleitervorrichtung ermöglicht ist, ermöglicht die oben genannte Struktur eine derartige Vergrößerung bei einer kleineren Differenz zwischen dem vergrößerten Leistungsversorgungsabstand und einem Leistungsversorgungsabstand, bei dem die empfangene Leistung maximal wird, wodurch eine größere empfangene Leistung bei dem vergrößerten Leistungsversorgungsabstand als im herkömmlichen System angeboten wird. Es ist demzufolge möglich, den Leistungsversorgungsabstand zu vergrößern, ohne die Leistungsversorgung zu erhöhen.

[0044] Ferner ist ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem gemäß der Erfindung definiert, wie im Anspruch 16 dargestellt ist.

[0045] Da dieses kontaktlose Leistungsversorgungssystem aus der oben genannten Leistungsversorgungsvorrichtung aufgebaut ist, kann die gleiche Wirkung erreicht werden.

[0046] Damit die Erfindung einfacher verstanden wird, werden ihre speziellen Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung beschrieben.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0047] [Fig. 1](#) ist eine graphische Darstellung der (von einer IC-Karte) empfangenen Leistung eines kontaktlosen Übertragungssystems und eine gekrümmte Linie a zeigt Charakteristiken der herkömmlichen empfangenen Leistung als ein Vergleichsbeispiel, eine gekrümmte Linie b zeigt Charakteristiken der empfangenen Leistung in einem kontaktlosen Übertragungssystem gemäß einer Ausführungsform der Erfindung und eine gekrümmte Linie c zeigt Charakteristiken der von einer IC-Karte empfangenen Leistung ohne Betriebsgarantie in einem Zustand mit engem Kontakt;

[0048] [Fig. 2](#) ist eine graphische Darstellung der von einer Lese-/Schreibvorrichtung der Erfindung empfangenen Leistung unter der Bedingung, dass ein Einstellkondensator, der mit einer Antennenspule in Reihe geschaltet ist, eine feste Kapazität besitzt und die Kapazität eines Einstellkondensators, der mit der Antennenspule parallel geschaltet ist, drei Variationen aufweist: CB1, CB2 und CB3 (wobei $CB1:CB2:CB3 = 8:13:9$);

[0049] [Fig. 3](#) ist ein Blockschaltplan, der eine schematische Anordnung eines kontaktlosen Übertragungssystems gemäß der Erfindung zeigt;

[0050] [Fig. 4](#) ist ein Ersatzschaltplan des in [Fig. 3](#) gezeigten kontaktlosen Übertragungssystems;

[0051] **Fig. 5** ist der gleiche Ersatzschaltplan wie der von **Fig. 4**, der jedoch zusätzlich unterbrochene Linien aufweist, um Impedanzen von einem internen Widerstand der IC-Karte zu einigen anderen Punkten zu zeigen;

[0052] **Fig. 6** ist eine graphische Darstellung, die eine Beziehung zwischen einem Kopplungskoeffizienten und einem Übertragungsabstand in dem kontaktlosen Übertragungssystem von **Fig. 3** zeigt;

[0053] **Fig. 7** ist ein Blockschaltplan, der eine schematische Anordnung eines herkömmlichen kontaktlosen Übertragungssystems zeigt;

[0054] **Fig. 8** ist eine graphische Darstellung, die eine Beziehung zwischen der empfangenen Leistung und dem Übertragungsabstand in dem kontaktlosen Übertragungssystem von **Fig. 7** zeigt; und

[0055] **Fig. 9** ist eine graphische Darstellung, die der in **Fig. 8** gezeigten Darstellung ähnlich ist und eine Beziehung zwischen der empfangenen Leistung und dem Übertragungsabstand zeigt, wenn mehr Leistung geliefert wird.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0056] Eine Ausführungsform der Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 3** zeigt ein Anordnungsbeispiel einer Schaltung für ein kontaktloses IC-Karten-System, das in der Ausführungsform verwendet wird. In der Figur ist auf der linken Seite der unterbrochenen Linie ein Anordnungsbeispiel einer Lese-/Schreibvorrichtung (Leistungsversorgungsvorrichtung) **1** gezeigt und auf der rechten Seite ist ein Anordnungsbeispiel einer IC-Karte (Halbleitervorrichtung) **2** gezeigt.

[0057] Die Lese-/Schreibvorrichtung **1** enthält einen Oszillator (Leistungsversorgungsabschnitt) **10**, einen Verstärker (Leistungsversorgungsabschnitt) **11**, Einstellkondensatoren **12** und **13** und eine Antennenspule **14**. Der Oszillator **10** gibt eine Hochfrequenzwelle aus, die durch den Verstärker **11** verstärkt wird, um dann an die Antennenspule **14** geliefert zu werden. In dieser Ausführungsform ist die Antennenspule **14** mit dem Einstellkondensator (erstes Einstellimpedanzelement) **12** in Reihe geschaltet und ist außerdem mit dem Einstellkondensator (zweites Einstellimpedanzelement) **13** parallel geschaltet.

[0058] Die IC-Karte **2** enthält eine Antennenspule **20**, einen Abstimmkondensator **21**, einen Gleichrichtungsschaltungsabschnitt **22** und einen IC-Karten-Logikabschnitt **23**. Der Abstimmkondensator **21** ist mit der Antennenspule **20** parallel geschaltet, um den Übertragungswirkungsgrad vorteilhaft mit einer Eigeninduktivität L_2 der Antennenspule **20** zu vergrößern.

Eine elektromagnetische Kopplung der Antennenspule **20** der IC-Karte **2** und der Antennenspule **14** der Lese-/Schreibvorrichtung **1** erzeugt eine induzierte Spannung, die dann durch den Gleichrichtungsschaltungsabschnitt **22** gleichgerichtet und auf eine vorgegebene Spannung eingestellt wird, bevor sie an den IC-Karten-Logikabschnitt **23** geliefert wird.

[0059] Das kontaktlose IC-Karten-System dieser Ausführungsform ist ein angrenzender Typ mit einem Übertragungsabstand von 0 bis 50 mm. Das Folgende erläutert ein Berechnungsverfahren einer elektromagnetischen Kopplungscharakteristik zwischen der Antennenspule **14** der Lese-/Schreibvorrichtung **1** und der Antennenspule **20** der IC-Karte **2**. Es wird angemerkt, dass auf Grund der Tatsache, dass die elektromagnetische Kopplungscharakteristik von den Formen der Antennenspulen **14** und **20** abhängt, in der folgenden Beschreibung angenommen wird, dass deren Formen feststehend sind.

[0060] Diese Ausführungsform verwendet die folgenden Prozeduren, um den Übertragungsabstand von 0 mm auf 50 mm zu vergrößern.

- (1) Finden eines Kopplungskoeffizienten k gemäß dem Übertragungsabstand,
- (2) Finden von Kapazitätswerten CA und CB der Einstellkondensatoren **12** und **13**, so dass der Übertragungsabstand, der das Empfangen der maximalen Leistung bewirkt, in einem vorgegebenen Bereich des Übertragungsabstands vorhanden ist,
- (3) Bestimmen einer Ausgangsspannung V_0 der Lese-/Schreibvorrichtung, so dass ständig der minimale Leistungsverbrauch zum Betreiben der IC-Karte ermöglicht wird, wobei ein Übertragungsabstand in dem vorgegebenen Bereich liegt.

[0061] Wie oben beschrieben wurde, ändert sich der Kopplungskoeffizient k in Abhängigkeit von der geometrischen Anordnung der Antennenspule **14** in Bezug auf die Antennenspule **20** und deshalb kann der Kopplungskoeffizient k durch Simulation oder dergleichen ermittelt werden. Da ferner die Formen der Antennenspulen **14** und **20** feststehend sind, hängt der Kopplungskoeffizient k von einem Übertragungsabstand **1** ab.

[0062] **Fig. 6** zeigt eine Beziehung zwischen dem Kopplungskoeffizienten k und dem Übertragungsabstand **1**. In der Figur ist der Kopplungskoeffizient k eine Funktion, die in Bezug auf den Übertragungsabstand **1** monoton abfällt, d. h. der Kopplungskoeffizient k ist in Bezug auf den Übertragungsabstand **1** eindeutig festgelegt. Demzufolge ist dann, wenn der Übertragungsabstand **1** bestimmt ist, der Bereich des Kopplungskoeffizienten k eindeutig festgelegt.

[0063] In **Fig. 6** liegt der Kopplungskoeffizient k in einem Bereich von 0,05 bis 0,27, wenn der Übertra-

gungsabstand **1** in einem Bereich von 0 mm bis 50 mm liegt. Dann werden die Kapazitätswerte CA und CB so bestimmt, dass die empfangene Leistung maximal wird, wenn der Kopplungskoeffizient k in dem oben genannten Bereich liegt. Diese Berechnung verwendet eine Ersatzschaltung der elektromagnetischen Kopplung, die in [Fig. 4](#) gezeigt ist, die der Systemanordnung dieser Ausführungsform entspricht.

[0064] Die [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) zeigen eine Ersatzschaltung der elektromagnetischen Kopplung für die Lese-/Schreibvorrichtung **1** und die IC-Karte **2**. Im Folgenden werden die entsprechenden Komponenten erläutert, die die Schaltung bilden. Ein Widerstand RL ist ein maximaler Lastwiderstand einer Halbleitervorrichtung, die in der IC-Karte **2** enthalten ist, und sein Widerstandswert wird gemäß einem Betriebsstromwert der Halbleitervorrichtung, die für die IC-Karte **2** verwendet wird, ermittelt. Der Widerstand RL wird an seinen beiden Enden mit einer Spannung VB versorgt. Die Spannung VB wird durch die Leistung erzeugt, die in der IC-Karte **2** bei der elektromagnetischen Kopplung von Lese-/Schreibvorrichtung **1** und IC-Karte **2** empfangen wird.

[0065] Ein Kondensator C2 ist als eine Kapazität des Abstimmkondensators **21** mit der Antennenspule **20** parallel geschaltet und ein Kondensator C3 ist in diesem Beispiel eine interne Kapazität des Chips, der jedoch nicht notwendigerweise in dem Chip vorgesehen ist. In dieser Ausführungsform ist es nicht erforderlich, die Spulenkonstante der Antennenspule **20** der IC-Karte **2** zu ändern und deshalb wird der Wert des Kondensators C2 gemäß der Konstanten der Spule, die in der IC-Karte **2** angebracht ist, in geeigneter Weise bestimmt.

[0066] Der Widerstand R2 ist ein Verlustwiderstand der Antennenspule **20** und eine Induktivität L2 ist eine Eigeninduktivität der Antennenspule **20**. Der Widerstand R2 und die Induktivität L2 – M werden aus dem gleichen Grund wie oben als spezifische Werte gemäß der Spulenkonstanten bestimmt.

[0067] Die Induktivität M ist eine gegenseitige Induktivität der Antennenspulen **14** und **20** und die Beziehung zwischen dem Kopplungskoeffizienten k und der gegenseitigen Induktivität M wird im Allgemeinen durch die folgenden Gleichungen ausgedrückt:

$$k = M/(L1 \times L2)^{1/2} \quad (a)$$

[0068] Das heißt

$$M = k (L1 \times L2)^{1/2} \quad (a')$$

Die Induktivität L1 ist eine Eigeninduktivität der Antennenspule **14** der Lese-/Schreibvorrichtung und der Widerstand R1 ist ein Verlustwiderstand der Antennenspule **14**. Der Widerstand R1 und die Indukti-

vität L1 – M werden aus dem gleichen Grund wie oben als spezifische Werte gemäß der Spulenkonstanten bestimmt.

[0069] Deswegen wirken in dieser Ausführungsform die Kapazitätswerte CA und CB der Einstellkondensatoren **12** und **13** sowie der Kopplungskoeffizient k als Änderungsparameter für die empfangene Leistung PB, die an den Widerstand RL geliefert wird, d. h. der empfangenen Leistung der IC-Karte **2**.

[0070] Es wird angemerkt, dass der Ausgangswiderstand R0 des Verstärkers **11** der Lese-/Schreibvorrichtung **1** als 50 Ω bestimmt ist. Es sollte angemerkt werden, dass die gleiche Berechnung verwendet werden kann, wenn der Ausgangswiderstand R0 eine Impedanz mit einer imaginären Komponente ist ($R + jX$).

[0071] Die schematische Ansicht von [Fig. 5](#) enthält die Punkte A, G, E, C und B und die entsprechende Impedanz von diesen Punkten zur IC-Karte wird als ZA, ZG, ZE, ZC bzw. ZB bezeichnet.

[0072] Wenn die Spulenkonstante (L1, L2, R1, R2, C2), eine IC-Karten-Konstante RL und C3 bestimmt werden, kann die Impedanz ZA vom Punkt A zur IC-Karte als eine Funktion ausgedrückt werden, die durch die folgende Formel bezeichnet wird, in der CA, CB und k Variable (Parameter) sind:

$$ZA = fA(CA, CB, k) \quad (\text{Formel 0})$$

[0073] Die Funktion fA kann demzufolge gefunden werden, indem Einsetzungswerte für die Spulenkonstante (L1, L2, R1, R2, C2), die IC-Karten-Konstante RL und C3 festgelegt werden. Wie deutlich erkannt wird, sind ZB und ZC Konstanten, ZE ist eine Funktion mit k als Variable und ZG ist eine Funktion mit CB und k als Variable.

[0074] Anschließend wird eine Spannung VA an dem Punkt A ermittelt, indem die elektromotorische Kraft V0 durch R0 und ZA dividiert wird, was wie folgt ausgedrückt wird:

$$VA = V0(ZA/(R0 + ZA)) \quad (\text{Formel 1})$$

[0075] Anschließend wird eine Spannung VG am Punkt G (Punkt F) ermittelt, indem die Spannung VA am Punkt A durch die Impedanz von CA und ZG dividiert wird, was wie folgt ausgedrückt wird:

$$VG = VA(ZG/((1/jwCA) + ZG)) \quad (\text{Formel 2})$$

[0076] Anschließend wird eine Spannung VE am Punkt E (Punkt D) ermittelt, indem die Spannung VG am Punkt G (Punkt F) durch R1, eine Impedanz von (L1 – M) und ZE dividiert wird, was wie folgt ausgedrückt wird:

$$VE = VG(ZE/R1 + j\omega(L1 - M) + ZE) \quad (\text{Formel 3})$$

[0077] Anschließend wird eine Spannung VC am Punkt C ermittelt, indem die Spannung VE am Punkt E (Punkt D) durch R2, eine Impedanz von (L2 - M) und ZC dividiert wird, was wie folgt ausgedrückt wird:

$$VC = VE(ZC/(R2 + j\omega(L2 - M) + ZC)) \quad (\text{Formel 4})$$

[0078] Anschließend wird eine Spannung VB am Punkt B ermittelt, indem die Spannung VC am Punkt C durch eine Impedanz (1/j\omega C3) von C3 und RL dividiert wird, was wie folgt ausgedrückt wird:

$$VB = VC(RL/((1/j\omega C3) + RL)) \quad (\text{Formel 5})$$

[0079] Ferner wird eine Leistung PB am Punkt B folgendermaßen ausgedrückt:

$$PB = VB^2/RL \quad (\text{Formel 6})$$

[0080] Ferner kann unter Verwendung der Spulenkonstante (L1, L2, R1, R2, C2), der IC-Karten-Konstante RL und C3 und durch Ändern der obigen Formeln 0 bis 6 und a' die Formel 6 als die folgende Funktion f2 mit CA, CB und k als Variable ausgedrückt werden:

$$PB = f2(CA, CB, k) \quad (\text{Formel 7})$$

[0081] [Fig. 1](#) zeigt eine Beziehung zwischen dem Übertragungsabstand und der empfangenen Leistung, wenn die Spulenkonstanten auf Seiten der Lese-/Schreibvorrichtung und der IC-Karte durch die oben angegebene Einstellung bestimmt werden. In der Figur gibt die vertikale Achse die empfangene Leistung der IC-Karte **2** an, wobei die empfangene Leistung A1 die Leistung angibt, die durch die Halbleitervorrichtung für die IC-Karte verbraucht wird. Mit anderen Worten, die empfangene Leistung A1 gibt die minimale Leistung zum Betreiben einer IC-Karte des kontaktlosen Typs an. Demzufolge wird der Betrieb der IC-Karte **2** nicht begonnen, wenn die empfangene Leistung kleiner als A1 ist.

[0082] Ferner gibt die horizontale Achse einen Kopplungskoeffizienten k an. Wie beschrieben wurde, ist der Kopplungskoeffizient k eine Funktion, die in Bezug auf den Übertragungsabstand **1** monoton fällt und deswegen verringert sich der Übertragungsabstand **1**, wenn der Kopplungskoeffizient k größer wird. Bei einer beispielhaften Form der Antenne wurde festgestellt, dass l = 50 mm, wenn k = 0,05, l = 30 mm, wenn k = 0,10 und l = 0 mm, wenn k = 0,27.

[0083] In [Fig. 1](#) zeigt die gekrümmte Linie a die Charakteristik der empfangenen Leistung in einem herkömmlichen System. Die gekrümmte Linie a zeigt eine Anordnung, bei der die empfangene Leistung den größten Wert besitzt, wenn der Übertragungsab-

stand 0 mm beträgt. Dadurch verringert sich die empfangene Leistung, wenn der Übertragungsabstand größer wird und fällt auf einen Wert, der geringer als der Leistungsverbrauch der Halbleitervorrichtung bei dem Übertragungsabstand von 15 mm ist. Es zeigt sich, dass der maximale Übertragungsabstand etwa 15 mm beträgt.

[0084] Der maximale Wert des Übertragungsabstandes von etwa 50 mm kann realisiert werden, indem die Leistungsversorgung bedeutend erhöht wird. In diesem Fall tritt jedoch das oben erwähnte Problem der Wärmeezeugung infolge einer übermäßigen Differenz zwischen dem Maximalwert der empfangenen Leistung beim Übertragungsabstand von 0 mm und der empfangenen Leistung A1 auf.

[0085] Anschließend werden die Variablen CA und CB geändert, um die Charakteristik der empfangenen Leistung aufzuzeichnen und diese Aufzeichnung wird wiederholt, um eine optimale Charakteristik der empfangenen Leistung zu finden. Die gekrümmte Linie b von [Fig. 1](#) gibt die Charakteristiken der empfangenen Leistung für den Fall an, bei dem die Kapazität CA = 10 pF (Picofarad) und die Kapazität CB = 60 pF betragen.

[0086] Bei der gekrümmten Linie B wird die empfangene Leistung maximal, wenn k = 0,10, d. h., wenn der Übertragungsabstand l = 30 mm. Somit kann die IC-Karte bei einem Übertragungsabstand von 30 mm häufig verwendet werden. Dabei tritt eine Wärmeezeugung durch eine zusätzliche Leistung (A2 - A1) auf, ihr Betrag liegt jedoch in einem Bereich, der einen Betrieb der IC-Karte **2** ohne Fehlfunktion zulässt.

[0087] Wie beschrieben wurde, ändert sich die Charakteristik der empfangenen Leistung in der vertikalen Richtung, wenn die Ausgangsspannung V0 der Lese-/Schreibvorrichtung geändert wird. Bei der gekrümmten Linie von [Fig. 1](#) ist die Ausgangsspannung V0 der Lese-/Schreibvorrichtung **1** so eingestellt, dass die empfangene Leistung A1 bei den Übertragungsabständen 0 mm und 50 mm erhalten wird. Mit anderen Worten, wenn der Übertragungsabstand in einem Bereich von 0 mm bis 50 mm liegt, ist die Leistungsversorgung von dem Oszillator **10** und dem Verstärker **11** zu der Antennenspule **14** so eingestellt, dass die empfangene Leistung größer wird als die minimale Leistung für den Betrieb der IC-Karte **2**.

[0088] Bei einer derartigen Einstellung kann die IC-Karte **2** im Betrieb sein, selbst im Zustand des engen Kontakts mit dem Übertragungsabstand l = 0 mm. Deswegen kann die IC-Karte **2** mit der oben genannten Anordnung für die Lese-/Schreibvorrichtung des eng beabstandeten Typs verwendet werden.

[0089] Da ferner die empfangene Leistung bei einem Übertragungsabstand l = 0 mm in der Weise be-

stimmt wird, dass sie geringfügig höher ist als der Leistungsverbrauch der Halbleitervorrichtung der IC-Karte, kann eine Wärmeerzeugung durch zusätzliche Leistung, die beim Betrieb Schwierigkeiten bewirken könnte, verhindert werden.

[0090] Da ferner die empfangene Leistung bei einem Übertragungsabstand $l = 30$ mm den Wert A2 nahezu erreicht, wird bei diesem Fall ein ausreichender Spielraum der Betriebsleistung geschaffen. In diesem Fall kann der oben genannte Übertragungsabstand häufig verwendet werden.

[0091] Wenn der Übertragungsabstand dagegen 50 mm übersteigt, wird die empfangene Leistung kleiner als die minimale Betriebsleistung. Dieser Abstand wird unter den Bedingungen der oben erwähnten Einstellung als der maximale Übertragungsabstand betrachtet.

[0092] Bei einer derartigen Anordnung gibt es ein Verfahren zur Impedanzeinstellung für ein kontaktloses Kartensystem, bei dem die empfangene Leistung der IC-Karte **2** größer wird, um den Übertragungsabstand zu vergrößern. Dieses Verfahren schafft die maximale empfangene Leistung bei einem Übertragungsabstand (30 mm), der von der IC-Karte des angrenzenden Typs am häufigsten verwendet wird. Dieses Verfahren gewährleistet ferner, dass die empfangene Leistung größer als die minimale Betriebsspannung der IC-Karte **2** ist, wenn die kontaktlose Lese-/Schreibvorrichtung **1** und die IC-Karte **2** sich im Zustand des engen Kontakts befinden (Übertragungsabstand $l = 0$ mm). In diesem Fall kann das oben genannte Problem der Wärmeerzeugung gelöst werden, indem ein größerer Übertragungsabstand geschaffen wird.

[0093] Wenn es ferner nicht erforderlich ist, den Betrieb der IC-Karte **2** im Zustand des engen Kontakts sicherzustellen, wird die Impedanz so eingestellt, dass sie die Charakteristik der empfangenen Leistung besitzt, die in [Fig. 1](#) durch eine gekrümmte Linie c gezeigt ist, so dass eine IC-Karten-Spezifikation mit einem spezifischen Übertragungsabstand hergestellt werden kann.

[0094] Dieser Fall ist so beschaffen, dass die empfangene Leistung beim Übertragungsabstand $= 0$ kleiner als A1 wird, wobei der obere Grenzwert des Übertragungsabstands etwa 45 mm beträgt.

[0095] Ferner zeigt [Fig. 2](#) eine Charakteristik der empfangenen Leistung in dem Fall, wenn die Kapazität CA mit einem bestimmten Wert festgelegt ist und die Kapazität CB auf CB1, CB2 und CB3 geändert wird (wobei gilt $CB1:CB2:CB3 = 8:13:9$).

[0096] Wie aus [Fig. 2](#) erkannt wird, ändert sich der Kopplungskoeffizient k , d. h. der Übertragungsab-

stand **1** für die maximale empfangene Leistung in Abhängigkeit von der Kapazität CB.

[0097] Wenn CB als CB1 festgelegt ist, wird die empfangene Leistung maximal bei einer sanft gekrümmten Kurve mit $k = 0,15$. Obwohl diese Charakteristik verhältnismäßig erwünscht ist, kann das System auf Störungen, wie etwa ein Rauschen, empfindlich sein, da eine derartige Charakteristik keinen Spielraum der elektrischen Leistung zulässt.

[0098] Wenn CB als CB2 festgelegt ist, wird die empfangene Leistung maximal bei $k = 0,25$ (in der Nähe des Übertragungsabstands $l = 10$ mm). Bei dieser Charakteristik empfängt die IC-Karte **2** nahe an der Lese-/Schreibvorrichtung **1** eine maximale Leistung, wodurch ein begrenzter, jedoch bedeutender Anstieg des Übertragungsabstands erreicht wird.

[0099] Wenn CB als CB3 festgelegt ist, wird die empfangene Leistung maximal bei $k = 0,08$ (in der Umgebung des Übertragungsabstands $= 40$ mm). Bei dieser Charakteristik ist eine ausreichende Leistung für den Betrieb rund um den Übertragungsabstand von 50 mm sichergestellt und die empfangene Leistung wird bei einem Abstand maximal, der von der IC-Karte **2** am häufigsten verwendet wird. Demzufolge ist dieses Beispiel beim Erreichen einer gewünschten Charakteristik erfolgreich.

[0100] Wie beschrieben wurde, kann eine IC-Karte geschaffen werden, die durch Einstellen von CA und CB mit den Betriebsspezifikationen des Übertragungsabstands kompatibel ist.

[0101] Es wird angemerkt, dass die Erfindung nicht auf die oben angegebene Ausführungsform beschränkt ist, sondern in vielen Variationen, die im Erfindungsgedanken der Erfindung liegen, angewendet werden kann, vorausgesetzt, dass derartige Variationen den Umfang der nachfolgend dargestellten Patentansprüche nicht überschreiten.

[0102] Die Einstellung des Spitzenwertes der Charakteristik der empfangenen Leistung kann von der Spezifikation des Leistungsverbrauchs einer Halbleitervorrichtung, die für die IC-Karte **2** verwendet wird, und der Spezifikation des Übertragungsabstands des kontaktlosen IC-Karten-Systems abhängen.

[0103] Ferner wird in dem Beispiel von [Fig. 2](#) die Impedanz eingestellt, indem die Kapazität CA des Einstellkondensators **12** festgelegt und die Kapazität des Einstellkondensators **13** geändert wird; die Einstellung der Impedanz kann jedoch auch ausgeführt werden, indem die Kapazität CB festgelegt und die Kapazität CA geändert wird oder indem beide Kapazitäten CA und CB geändert werden.

[0104] Es kann jedoch einige Alternativen geben,

wie etwa das Vorsehen einer Schaltung zum automatischen Einstellen der Kapazitäten CA und CB, um die Impedanz unter Verwendung von Informationen der anfänglichen Reaktion auf eine kontaktlose Übertragung automatisch einzustellen. Derartige automatische Einstellungen können eine Kompatibilität mit anderen Typen der IC-Karte, die unterschiedliche Verwendungsarten besitzen, ermöglichen.

[0105] Obwohl diese Ausführungsform ein kontaktloses IC-Karten-System beschreibt, wobei die Lese-/Schreibvorrichtung **1** die Einstellkondensatoren **12** und **13** enthält, kann die Erfindung außerdem für ein kontaktloses IC-Karten-System beschaffen sein, das eine Lese-/Schreibvorrichtung **1** verwendet, die andere Impedanzelemente als die Einstellkondensatoren **12** und **13**, z. B. eine Spule oder dergleichen verwendet.

[0106] Obwohl die vorhergehende Ausführungsform ein IC-Karten-System beschreibt, das die IC-Karte **2** und die Lese-/Schreibvorrichtung **1** verwendet, kann die Erfindung ferner so beschaffen sein, dass die gesamte HF-Übertragung durch elektromagnetische Induktion erfolgt, wie z. B. mit einem kontaktlosen Anhänger.

[0107] Die vorhergehende Ausführungsform beschreibt ein Beispiel der Ausführung einer Datenübertragung zwischen der Lese-/Schreibvorrichtung, die Leistung liefert, und der IC-Karte, die Leistung empfängt; die Erfindung kann ferner so beschaffen sein, dass ein Leistungsversorgungssystem Leistung von einer Leistungsversorgungsvorrichtung an eine Halbleitervorrichtung liefert, ohne eine Datenübertragung auszuführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik, um eine elektromagnetische Kopplungscharakteristik zwischen einer Leistungsversorgungsvorrichtung (**1**) und einer Halbleitervorrichtung (**2**), die in einem kontaktlosen Leistungsversorgungssystem verwendet werden, in der eine Sendeantennen-Spule (**14**), die in der Leistungsversorgungsvorrichtung (**1**) vorgesehen ist, und eine Leistungsempfangsantennen-Spule (**20**), die in der Halbleitervorrichtung (**2**) vorgesehen ist, elektromagnetisch gekoppelt sind, so dass die Leistungsversorgungsvorrichtung (**1**) Leistung an die Halbleitervorrichtung (**2**) ohne Kontakt mit der Halbleitervorrichtung (**2**) liefert, einzustellen, wobei die Leistungsversorgungsvorrichtung (**1**) ein erstes Einstellimpedanzelement (**12**) enthält, das mit der Sendeantennen-Spule (**14**) in Reihe geschaltet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass: ein zweites Einstellimpedanzelement (**13**) zu der Sendeantennen-Spule (**14**) parallelgeschaltet ist, wobei:

das Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik den folgenden Schritt enthält:

(a) Bestimmen der Impedanzen des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (**12**, **13**), so dass die Halbleitervorrichtung (**2**) die größte Leistung empfängt, wenn ein Leistungsversorgungsabstand, der ein Abstand zwischen der Sendeantennen-Spule (**14**) und der Leistungsempfangsantennen-Spule (**20**) ist, einen vorgegebenen Wert größer als 0 hat, und dass:

der Schritt (a) die folgenden Unterschritte enthält: Bestimmen einer Beziehung zwischen (i) einem elektromagnetischen Kopplungskoeffizienten für die Sendeantennen-Spule (**14**) und die Leistungsempfangsantennen-Spule (**20**) und (ii) dem Leistungsversorgungsabstand; und

Bestimmen der Impedanzen des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (**12**, **13**), so dass die Halbleitervorrichtung (**2**) die größte Leistung empfängt, wenn ein elektromagnetischer Kopplungskoeffizient einen Wert hat, der dem vorgegebenen Wert des Leistungsversorgungsabstands entspricht.

2. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik in einem kontaktlosen Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 1, bei dem:

das erste und das zweite Einstellimpedanzelement (**12**, **13**) Kondensatoren (**12**, **13**) sind.

3. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik in einem kontaktlosen Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 1, bei dem:

der Schritt (a) ausgeführt wird, um die Kapazitäten des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (**12**, **13**) zu bestimmen, so dass die Halbleitervorrichtung (**2**) die größte Leistung empfängt, wenn der Leistungsversorgungsabstand den vorgegebenen Wert größer als 0 hat.

4. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik in einem kontaktlosen Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 1, bei dem:

der vorgegebene Wert in einem Bereich von 20 mm bis 40 mm liegt.

5. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik in einem kontaktlosen Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 1, das ferner den folgenden Schritt enthält:

(b) Bestimmen der von der Leistungsversorgungsvorrichtung (**1**) gelieferten Leistung, so dass die Halbleitervorrichtung (**2**) mehr als eine minimale Leistung für den Betrieb der Halbleitervorrichtung empfängt, wenn der Leistungsversorgungsabstand in einem vorgegebenen Bereich liegt.

6. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik für ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 5, bei dem

der Schritt (a) die folgenden Unterschritte enthält:

Bestimmen einer Beziehung zwischen (i) einem elektromagnetischen Kopplungskoeffizienten für die Sendeantennen-Spule (14) und die Leistungsempfangsantennen-Spule (20) und (ii) dem Leistungsversorgungsabstand; und

Bestimmen der Impedanzen des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (12, 13), so dass die Halbleitervorrichtung (2) mehr Leistung als eine minimale Leistung für den Betrieb der Halbleitervorrichtung empfängt, wenn ein elektromagnetischer Kopplungskoeffizient einen Wert annimmt, der dem vorgegebenen Bereich des Leistungsversorgungsabstands entspricht.

7. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik für ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 5 oder 6, bei dem:

das erste und das zweite Einstellimpedanzelement (12, 13) Kondensatoren sind.

8. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik für ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 7, bei dem:

der Schritt (a) ausgeführt wird, um Kapazitäten des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (12, 13) zu bestimmen, so dass die Halbleitervorrichtung (2) mehr Leistung als eine minimale Leistung für den Betrieb der Halbleitervorrichtung empfängt, wenn der Leistungsversorgungsabstand in einem vorgegebenen Bereich liegt.

9. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik für ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 5, bei dem:

der vorgegebene Bereich eine untere Grenze von 0 besitzt.

10. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik für ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 5, bei dem:

der vorgegebene Bereich eine untere Grenze größer als 0 besitzt.

11. Verfahren zum Einstellen der elektromagnetischen Kopplungscharakteristik für ein kontaktloses Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 1 oder 5, bei dem:

die Halbleitervorrichtung (2) eine IC-Karte ist.

12. Leistungsversorgungsvorrichtung, die eine Sendeantennen-Spule (14) enthält, die mit einer

Leistungsempfangsantennen-Spule (20), die in einer Halbleitervorrichtung (2) vorgesehen ist, elektrisch gekoppelt ist, um an die Halbleitervorrichtung (2) ohne Kontakt mit der Halbleitervorrichtung (2) Leistung zu liefern, mit einem ersten Einstellimpedanzelement (12), das mit der Sendeantennenspule (14) in Reihe geschaltet ist;

gekennzeichnet durch

ein zweites Einstellimpedanzelement (13), das zu der Sendeantennen-Spule (14) parallelgeschaltet ist, wobei:

Impedanzen des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (12, 13) so bestimmt sind, dass die Halbleitervorrichtung (2) die größte Leistung bei einem Leistungsversorgungsabstand empfängt, wobei der Leistungsversorgungsabstand ein Abstand zwischen der Sendeantennen-Spule (14) und der Leistungsempfangsantennen-Spule (20) ist und innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt, dessen untere Grenze größer als 0 ist, und

Impedanzen des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (12, 13) in der Weise bestimmt sind, dass eine Beziehung zwischen (i) einem elektromagnetischen Kopplungskoeffizienten für die Leistungsempfangsantennen-Spule und für die Leistungsempfangsantennen-Spule und (ii) dem Leistungsversorgungsabstand bestimmt ist und dass die Halbleitervorrichtung die größte Leistung empfängt, wenn ein elektromagnetischer Kopplungskoeffizient einen Wert annimmt, der dem vorgegebenen Wert des Leistungsversorgungsabstandes entspricht.

13. Leistungsversorgungsvorrichtung nach Anspruch 12, die ferner versehen ist mit:

einem Leistungsversorgungsabschnitt (10, 11) zum Liefern von Leistung zu der Sendeantennen-Spule (14), wobei die zu der Sendeantennen-Spule (14) gelieferte Leistung in der Weise bestimmt ist, dass die Halbleitervorrichtung (2) mehr Leistung als eine minimale Leistung für den Betrieb der Halbleitervorrichtung empfängt, wenn der Leistungsversorgungsabstand in dem vorgegebenen Bereich liegt.

14. Leistungsversorgungsvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, bei der:

das erste und das zweite Einstellimpedanzelement (12, 13) Kondensatoren sind.

15. Leistungsversorgungsvorrichtung nach Anspruch 14, bei der:

Impedanzen des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (12, 13) so bestimmt sind, dass die Halbleitervorrichtung (2) die größte Leistung bei dem Leistungsversorgungsabstand empfängt, der in einem vorgegebenen Bereich liegt, dessen untere Grenze größer als 0 ist.

16. Kontaktloses Leistungsversorgungssystem, das eine Leistungsversorgungsvorrichtung (1) und eine Halbleitervorrichtung (2) mit einer Leistungs-

empfangsantennen-Spule (20), die mit einer Sendeantennen-Spule (14) der Leistungsversorgungsvorrichtung (1) elektromagnetisch gekoppelt ist, um Leistung von der Leistungsversorgungsvorrichtung (1) an die Halbleitervorrichtung (2) ohne Kontakt zwischen diesen zu liefern, enthält,

wobei die Leistungsversorgungsvorrichtung (1) ein erstes Einstellimpedanzelement (12) enthält, das mit der Sendeantennen-Spule (14) in Reihe geschaltet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein zweites Einstellimpedanzelement (13) zu der Leistungssendeantennen-Spule (14) parallelgeschaltet ist, und

Impedanzen des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (12, 13) so bestimmt sind, dass die Halbleitervorrichtung (2) die größte Leistung bei einem Leistungsversorgungsabstand empfängt, wobei der Leistungsversorgungsabstand ein Abstand zwischen der Sendeantennen-Spule (14) und der Leistungsempfangsantennen-Spule (20) ist und in einem vorgegebenen Bereich liegt, dessen untere Grenze größer als 0 ist, und

Impedanzen des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (12, 13) in der Weise bestimmt sind, dass eine Beziehung zwischen (i) einem elektromagnetischen Kopplungskoeffizienten für die Leistungssendeantennen-Spule und für die Leistungsempfangsantennen-Spule und (ii) dem Leistungsversorgungsabstand bestimmt ist, und dass die Halbleitervorrichtung die größte Leistung empfängt, wenn der elektromagnetische Kopplungskoeffizient einen Wert annimmt, der dem vorgegebenen Wert des Leistungsversorgungsabstandes entspricht.

17. Kontaktloses Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 16, bei dem:

das erste und das zweite Einstellimpedanzelement (12, 13) Kondensatoren sind.

18. Kontaktloses Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 17, bei dem:

die Kapazitäten des ersten und des zweiten Einstellimpedanzelements (12, 13) so bestimmt sind, dass die Halbleitervorrichtung (2) die größte Leistung bei dem Leistungsversorgungsabstand empfängt, der in dem vorgegebenen Bereich liegt, dessen untere Grenze größer als 0 ist.

19. Kontaktloses Leistungsversorgungssystem nach Anspruch 16, bei dem:

die Halbleitervorrichtung (2) eine IC-Karte ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

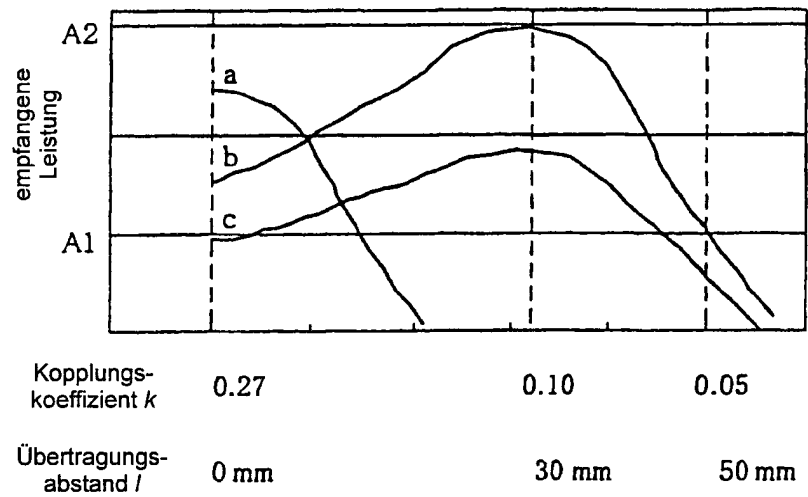


FIG. 2

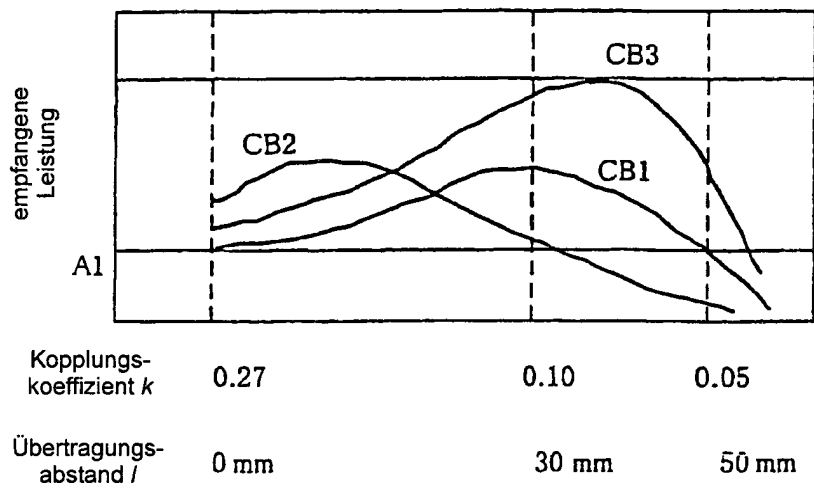


FIG. 3

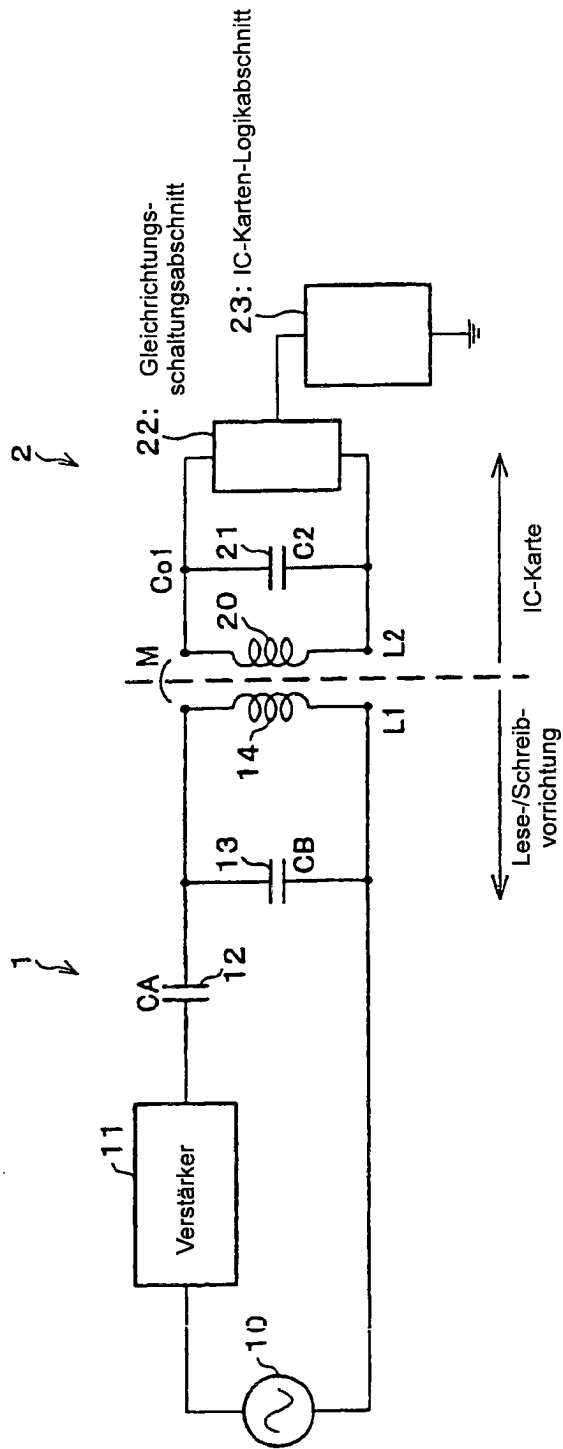


FIG. 4

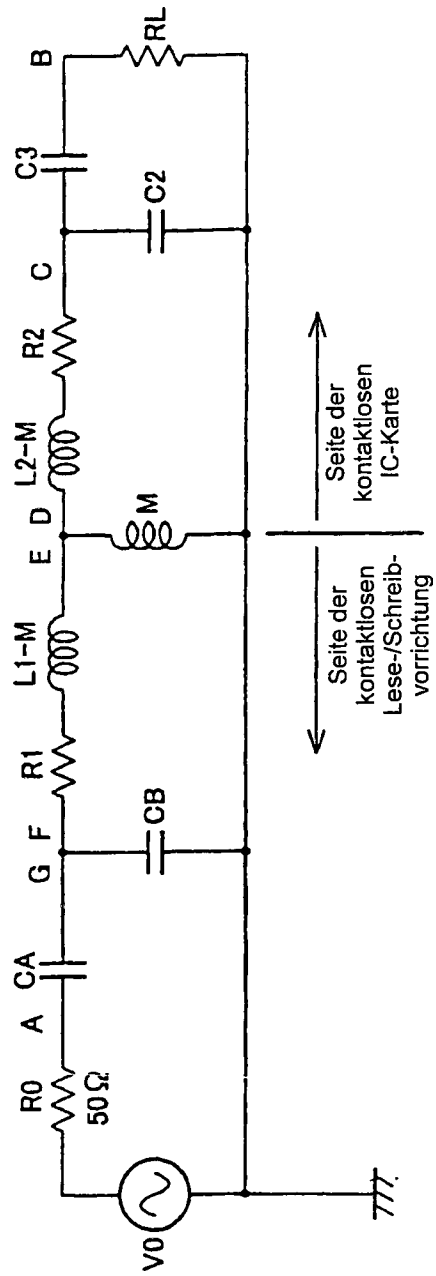


FIG. 6

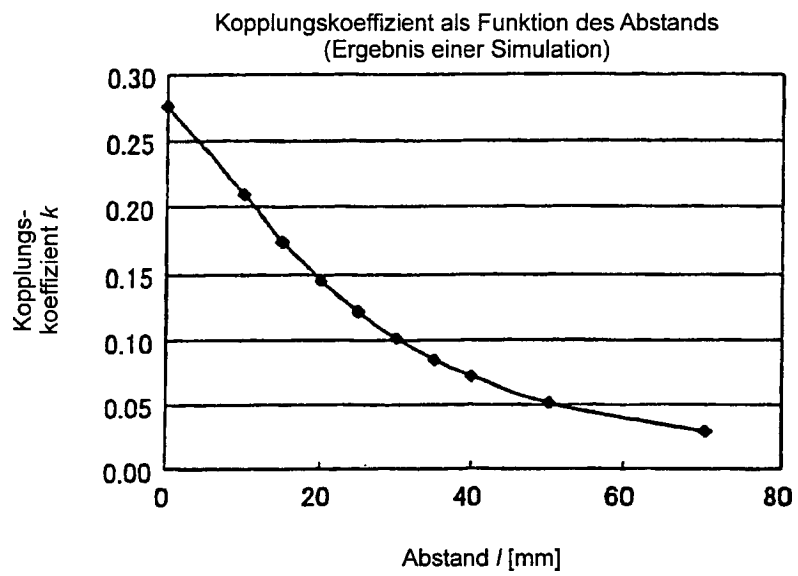


FIG. 7

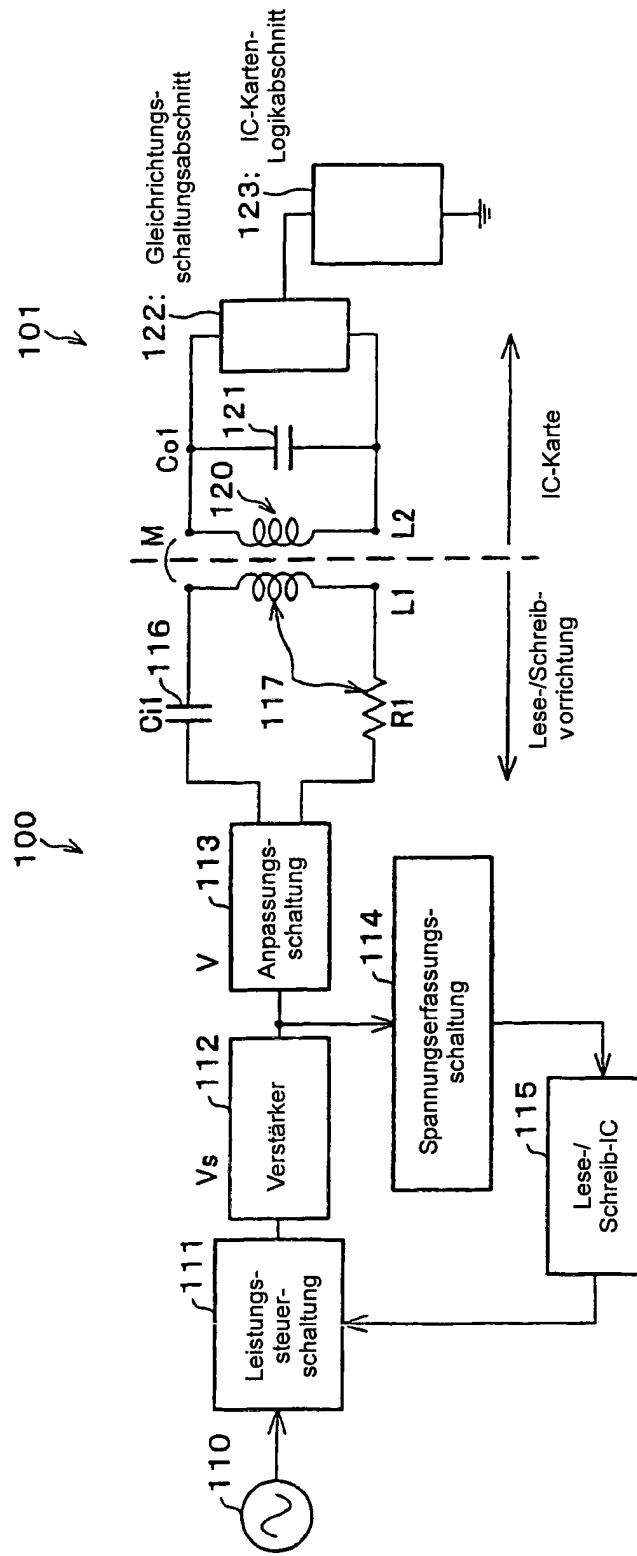


FIG. 8

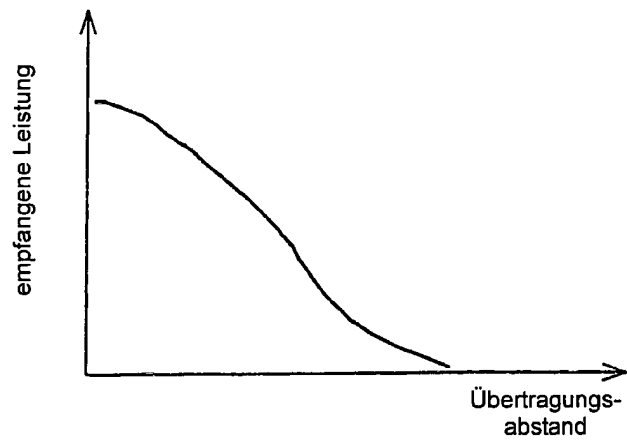


FIG. 9

