



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 21 658 T2** 2005.10.20

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 099 200 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 21 658.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US99/15884**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 935 548.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/05692**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.07.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **03.02.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.05.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **03.11.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **20.10.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **G06K 7/00**  
**G08B 13/24**

(30) Unionspriorität:

<b>122121</b>	<b>24.07.1998</b>	<b>US</b>
<b>122310</b>	<b>24.07.1998</b>	<b>US</b>

(73) Patentinhaber:

**Checkpoint Systems, Inc., Thorofare, N.J., US**

(74) Vertreter:

**Ackmann, Menges & Demski Patentanwälte, 80469 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**GALLAGHER, F., William, Phoenixville, US;**  
**BARBER, E., Russell, Thorofare, US; ECKSTEIN,**  
**Eric, Merion Station, US**

(54) Bezeichnung: **Optisches Interface zwischen Empfänger und Auswerteeinheit für Antwortsignale eines Etiketts in RFID-Systemen zur Erkennung von leistungsschwachen Resonanzetiketten**

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****HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0001]** Radiofrequenzidentifikations (RFID)-Systeme werden benutzt, um einen Verlust an Inventar zu erfassen und zu verhindern und um Inventarmanagementfunktionen in einer Vielfalt von Einzelhandelsgeschäften, Bekleidungs- und Massenartikelgeschäften, Supermärkten, Bibliotheken, Videoläden und dgl. zu erfüllen. Im Allgemeinen benutzen solche Systeme ein intelligentes Etikett, das an einem Artikel (oder an dessen Verpackung) befestigt oder demselben (oder derselben) zugeordnet ist, typisch einem Artikel, der für potentielle Kunden oder Gebäudebenutzer ohne weiteres zugänglich ist. Der Prozess, bei dem intelligente Etiketten an einem Artikel (oder an dessen Verpackung) befestigt oder demselben (oder dessen Verpackung) zugeordnet werden, wird häufig als „Etikettieren“ des Artikels bezeichnet. Im Allgemeinen werden solche RFID-Systeme benutzt, um das Vorhandensein (oder das Nichtvorhandensein) eines besonderen intelligenten Etiketts und somit eines geschützten Artikels innerhalb eines überwachten Sicherheitsbereiches oder einer Erfassungszone, die hier auch als eine „Befragungszone“ bezeichnet wird, zu erfassen. Die Erfassungszone befindet sich an oder nahe bei einem Ausgang oder Eingang des Gebäudes oder einem Teil des Gebäudes, an der Kassenstation oder nahe bei einer in der Hand gehaltenen, tragbaren Befragungseinrichtung.

**[0002]** Ein Typ von RFID-System, der weit verbreitete Popularität gewonnen hat, benutzt ein intelligentes Etikett, das einen eingebauten, passiven Schwingkreis in Form einer kleinen, insgesamt planaren gedruckten Schaltung enthält, die bei einer vorbestimmten Erfassungsfrequenz innerhalb eines Erfassungsfrequenzbereiches in Resonanz schwingt. Ein Sender, der ebenfalls auf die Erfassungsfrequenz abgestimmt ist, sendet elektromagnetische Energie oder ein Befragungssignal in die Erfassungszone. Ein Empfänger, der auf die Erfassungsfrequenz abgestimmt ist, erfasst Amplitudenstörungen des elektromagnetischen Feldes, die durch das intelligente Etikett hervorgerufen werden. Wenn ein Artikel, an dem ein intelligentes Etikett befestigt ist, in die Erfassungszone bewegt oder durch diese hindurchbewegt wird, wird das intelligente Etikett mit der gesendeten Energie beaufschlagt. Das heißt, das intelligente Etikett wird befragt. Die Erfassung eines solchen Ausgangssignals durch den Empfänger zeigt das Vorhandensein des Artikels mit einem intelligenten Etikett innerhalb der Erfassungszone an, und der Empfänger aktiviert einen Alarm, um geeignetes Sicherheits- oder anderes Personal aufmerksam zu machen.

**[0003]** Ein gut bekanntes RFID-System hat eine Sende- und Erfassungsfrequenz in dem Radiofre-

quenzbereich. Die intelligenten Etiketten, die bei solchen Systemen verwendet werden, werden als RF-Etiketten oder als intelligente RF-Etiketten bezeichnet. Die RF-Etiketten, die jedem Artikel zugeordnet sind, können identisch sein, so dass alle Artikel, die ein intelligentes Etikett haben, ungeachtet der Größe oder des Wertes des Artikels ein identisches Signal zu dem Empfänger zurückleiten. Alternativ können die RF-Etiketten passive intelligente Schwingkreisetiketten sein, die eindeutige Identifikationscodes zurücksenden. Die US-Patente Nr. 5,446,447 (Carney et al.), 5,430,441 (Bickley et al.) und 5,347,263 (Carroll et al.) offenbaren drei Beispiele von solchen intelligenten Etiketten. Diese Etiketten enthalten typisch eine integrierte Schaltung, um einen eindeutigen Identifikationscode zu erzeugen. Solche „intelligenten“ intelligenten Etiketten liefern zusätzliche Information über den in der Zone der Befragungseinrichtung erfassten Artikel. Diese intelligenten Etiketten antworten typisch auf Signale und senden typisch Signale in dem Radiofrequenzbereich und sind auf dem einschlägigen Fachgebiet als „Radiofrequenzidentifikations (RFID)-Etiketten“ oder „intelligente Etiketten“ bekannt. RFID-Etiketten werden in RFID-Systemen benutzt. Intelligente Etiketten können auch in Nicht-RF-Frequenzbändern in Resonanz schwingen und können allgemein als „EAS-Markierelemente“ bezeichnet werden.

**[0004]** Existierende RFID-Systeme des oben beschriebenen Typs und andere Typen haben sich als wirksam erwiesen, den Diebstahl oder die unerlaubte Mitnahme von Artikeln zu verhindern.

**[0005]** [Fig. 1](#) zeigt eine herkömmliche Sender-Empfänger-Baugruppe **10** eines RFID-Systems. Die Baugruppe enthält ein paar beabstandete Sockel-Sender-Empfänger-Antennen **12** und **12'**, die zwischen sich eine Erfassungszone **14** festlegen. In einem herkömmlichen Schema sind Sender- und Empfänger-spulen in jeder der Antennen **12** und **12'** platziert. In einem anderen herkömmlichen Schema ist eine Senderspule in der Antenne **12** platziert und ist eine Empfängerspule in der Antenne **12'** platziert. Die maximale Größe der Erfassungszone **14** hängt weitgehend von dem „Lesebereich“ der intelligenten Etiketten ab, die in dem RFID-System verwendet werden. Der „Lesebereich“ ist derjenige Bereich, in welchem ein passives Resonanzsignal genau erfasst und durch die Signalempfangsvorrichtung unterschieden werden kann.

**[0006]** Passive Resonanzsignale sind Signale relativ geringer Leistung und müssen innerhalb einer relativ rauschbehafteten Umgebung unterschieden werden. Es gibt viele Quellen potentiellen Rauschens in der Erfassungszone **14**, wie zum Beispiel Signale aus anderen intelligenten Etiketten, Signale, die durch die Wechselwirkung der Senderfrequenzen mit metallischen Objekten und benachbarter elektrischer

Ausrichtung erzeugt werden. Darüber hinaus ist das RFID-System selbst eine bedeutsame Rauschquelle.

**[0007]** In dem RFID-System werden bedeutsames Amplituden- und Phasenrauschen von dem Oszillator erzeugt, der zum Erzeugen der Feldgrundfrequenz der Senderschleifenantenne benutzt wird. Darüber hinaus bewegen sich beträchtliche Mengen an Rauschen auf dem Signalpfad zwischen der Sender-Empfänger-Elektronik und der Schaltungsanordnung zum Verarbeiten der analogen Etikettensignale. Dieser Signalpfad ist in herkömmlichen RFID-Systemen festverdrahtet, vgl. zum Beispiel US-Patent Nr. 4,623,877 (Buckens). Erdungsschleifen und Gleichstromsignale rufen längs ihres Signalpfades Rauschen hervor. Umschaltungsrauschen aus einer digitalen Signalverarbeitungs (DSP)-Schaltungsanordnung zum Verarbeiten der analogen Etikettensignale findet sich häufig auf dem Signalpfad. Gleichstromleitungen, die die Sender-Empfänger-Elektronik und die Schaltungsanordnung zum Verarbeiten der analogen Etikettensignale mit Strom versorgen, erzeugen ebenfalls Rauschen auf dem Signalpfad.

**[0008]** Dieses Rauschen verringert den Rauschabstand des Etikettantwortsignals und begrenzt dadurch den Lesebereich. Das Rauschproblem wird noch verschlimmert, wenn die Antennen **12** und **12'** weiter auseinander bewegt werden, da das Etikettensignal mit der Entfernung von der Empfängerantenne schwächer wird, wohingegen potentielle Umgebungsrauschquellen mit der Entfernung von der Empfängerantenne stärker werden. Darüber hinaus schreiben Regierungsbehörden wie die Federal Communications Commission (FCC) die Emissionswerte in dem Frequenzbereich vor, der durch RFID-Systeme benutzt wird, und erlauben nicht, dass Emissionswerte maximale vorbestimmte Werte übersteigen. Das begrenzt die Stärke der in der Erfassungszone erlaubten Signale weiter, wodurch der Lesebereich eingeschränkt wird. Viele herkömmliche RFID-Systeme arbeiten gegenwärtig an oder nahe bei den FCC-Grenzwerten.

**[0009]** In herkömmlichen RFID-Systemen treten Etikettleseprobleme selbst dann auf, wenn der Lesebereich ein akzeptabler Wert ist. Zum Beispiel kann das Signal aus einem besonderen intelligenten Etikett aufgrund von unerwartetem Rauschen in der Erfassungszone oder aufgrund eines niedrigen Rauschabstands in Folge eines schwachen oder beträchtlich gedämpften Etikettantwortsignals verloren gehen. Daher gelingt es herkömmlichen RFID-Systemen manchmal nicht, kleine Signale oder sogar Signale normaler Stärke „zu hören“, wenn die Umgebung ungewöhnlich rauschbehaftet ist.

**[0010]** Typisch liegt der Abstand zwischen den Sender-Empfänger-Antennen **12** und **12'** in dem Bereich von drei bis sechs Fuß in Abhängigkeit von dem be-

sonderen RFID-System und dem besonderen Anwendungsfall, in welchem das System verwendet wird. Es ist jedoch zum Vermeiden einer Blockierung des Eingangs/Ausgangs eines Ladens erwünscht, dass die Antennen um wenigstens die Breite des Eingangs/Ausgangs von einander beabstandet sind, die sechs Fuß oder mehr bei einigen Typen von Läden (zum Beispiel Hauszentren) betragen kann. Es ist auch manchmal erwünscht, die Antennenvorrichtung zu verbergen. Es ist jedoch nicht machbar, die Antennenvorrichtung zu verbergen, wenn die Antennen sehr eng bei einander sein müssen, damit eine akzeptable Leistung erzielt wird. Daher sind die Antennenplatzierungsoptionen in herkömmlichen RFID-Systemen eingeschränkt.

**[0011]** Ein Schema zum Vergrößern des Lesebereiches eines RFID-Systems ist in der mitanhängigen US-Anmeldung Nr. 08/783,423, eingereicht am 14. Januar 1998, betitelt „Multiple Loop Antenna“, beschrieben. Dieses Schema befasst sich jedoch mit dem Antennenentwurf und befasst sich nicht mit dem Problem von Rauschen, das durch das RFID-System selbst und durch andere externe Rauschquellen erzeugt wird.

**[0012]** Insgesamt gibt es einen beträchtlichen, seit langem bestehenden und gegenwärtig nicht gedeckten Bedarf an einer Verbesserung der Erfassungsmöglichkeiten und des Lesebereiches von RFID-System-Elektronik, ohne Regierungsvorschriften hinsichtlich der Feldstärke zu verletzen.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung deckt den Bedarf durch das Bereitstellen von Verfahren und Systemen, welche Hintergrundrauschen beträchtlich reduzieren, das durch externe/Umgebungs-Quellen und interne RFID-Systemkomponenten erzeugt wird, wodurch ein RFID-System bereitgestellt wird, das einen verbesserten Lesebereich hat und das schwächere Signale hören kann.

#### KURZE ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0014]** Die vorliegende Erfindung schafft ein RFID-System, das eine Erfassungszone hat zum Erfassen des Vorhandenseins eines Artikels in der Erfassungszone, wobei der Artikel mit einem intelligenten Schwingkreisetikett etikettiert ist. Das Radiofrequenzidentifikationssystem hat eine Empfänger-schaltung, eine Etikettantwortsignalanalysierschaltung und eine Lichtleitfaserschnittstelle, die dazwischen geschaltet ist. Die Empfängerschaltung gibt ein demoduliertes analoges Etikettantwortsignal bei Erfassung des intelligenten Etiketts in der Erfassungszone ab, wobei das demodulierte analoge Etikettantwortsignal eine Reihe von Impulsen enthält, die der Identifikationsinformation des intelligenten Etiketts entspricht. Die Etikettantwortsignalanalysierschaltung hat einen Eingang, einen Wandler, der die

Etikettantwort in digitale Daten umwandelt, und eine Digitalsignalverarbeitungsschaltung, welche das analoge Etikettantwortsignal verarbeitet und daraus intelligente Etikettdateien abgibt. Die Lichtleitfaser-schnittstelle ist an einem Ende mit dem Ausgang der Empfängerschaltung verbunden und ist an dem anderen Ende mit dem Eingang der Etikettantwortsignalanalysierschaltung verbunden, um das analoge Etikettantwortsignal aus der Empfängerschaltung zu der Etikettantwortsignalanalysierschaltung zu übertragen.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER MEHREREN ANSICHTEN DER ZEICHNUNGEN

**[0015]** Die vorstehende Zusammenfassung sowie die folgende ausführliche Beschreibung von bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung werden besser verständlich, wenn sie in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen gelesen werden. Für die Zwecke der Veranschaulichung der Erfindung sind in den Zeichnungen Ausführungsformen gezeigt, die gegenwärtig bevorzugt werden. Es sollte jedoch klar sein, dass sich die Erfindung nicht auf die gezeigten präzisen Anordnungen und Instrumentierungen beschränkt. In den Zeichnungen zeigen:

**[0016]** [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht von Sockelantennen eines herkömmlichen RFID-Systems;

**[0017]** [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild von ausgewählten Komponenten eines RFID-Systems nach der vorliegenden Erfindung;

**[0018]** die [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 3B](#), zusammengefasst, eine Kombination eines detaillierten Komponentenebenen-Schaltbildes/Blockschaltbildes, das die einzelnen Komponenten des RFID-Systems nach [Fig. 2](#) sowie zusätzliche Komponenten eines RFID-Systems nach der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0019]** [Fig. 4](#) ein Blockschaltbild eines intelligenten Etiketts, das zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung geeignet ist;

**[0020]** die [Fig. 5A](#) – [Fig. 5E](#) Etikettantwortsignale auf verschiedenen Stufen in dem System nach den [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 3B](#);

**[0021]** [Fig. 6](#) ein vereinfachtes Schaltbild eines Teils der [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 3B](#);

**[0022]** [Fig. 7](#) ein Diagramm der Ausgangssignale eines Flipflops in [Fig. 6](#);

**[0023]** [Fig. 8](#) ein Blockschaltbild einer herkömmlichen Schaltung zum Erzeugen von geteilten Phasen-

signalen zum Ansteuern einer RFID-Senderantenne; und

**[0024]** [Fig. 9](#) ein Blockschaltbild einer Schaltung zum Erzeugen von geteilten Phasensignalen zum Ansteuern einer RFID-Senderantenne gemäß der vorliegenden Erfindung.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0025]** Es wird hier eine gewisse Terminologie lediglich der Einfachheit halber benutzt und nicht, um die Erfindung dadurch zu beschränken. In den Zeichnungen werden die gleichen Bezugszahlen benutzt, um gleiche Elemente in sämtlichen Figuren zu bezeichnen.

**[0026]** Die Systemarchitektur des RFID-Systems bei der vorliegenden Erfindung beinhaltet eine Vielzahl von Elementen zum Reduzieren von Rauschen innerhalb des RFID-Systems. Das resultierende RFID-System hat bessere Erfassungsfähigkeiten oder, äquivalent, einen größeren Lesebereich für RFID-Etiketten. Die Schlüsselemente lassen sich hier wie folgt zusammen fassen:

1. Es werden Lichtleitfaseroptiken benutzt zum Übertragen von analogen Etikettantwortsignalen von dem Ausgang der Empfängerschaltung zu dem Eingang der Etikettantwortsignalanalysierschaltungsanordnung (welche einen digitalen Signalprozessor (DSP) enthält). Die Systemarchitektur ist daher, allgemein gesprochen, körperlich in analoge und digitale Abschnitte aufgeteilt. Die Lichtleitfaseroptik erzeugt eine elektrische Trennung zwischen den beiden Abschnitten, unterbricht die Erdungsschleifen, hindert internes Schaltgeräusch aus dem DSP daran, in den empfindlichen Detektor am vorderen Ende einzudringen (d. h. in die Empfängerschaltungsanordnung), und verhindert, dass Gleichtaktsignale das gewünschte RFID-Etikettensignal stören.

2. Es ist eine Filterung vorgesehen auf den Gleichstromleitungen, welche verhindert, dass Störsignale weder intern noch extern die gewünschten Etikettensignale stören. Das Filtern zielt ab auf Hoch- und Niederfrequenzstörung, die im Gleichtakt oder differenziell auftreten kann.

**[0027]** Jedes dieser Elemente reduziert Rauschen beträchtlich, und in einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das erste Element auch in Kombination mit dem zweiten Element in dem RFID-System benutzt werden. Eine ausführliche Erläuterung von jedem der Elemente findet sich im Folgenden.

**[0028]** [Fig. 2](#) ist ein Blockschaltbild von ausgewählten Teilen eines RFID-Systems **16**, das gezeigt ist, um die drei oben angegebenen Elemente der vorlie-

genden Erfindung selektiv hervorzuheben. Die [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 3B](#) bilden, zusammengenommen, eine Kombination eines expandierten, auf Komponentenebene angegebenen Schaltbildes/Blockschaltbildes von einer bevorzugten Ausführungsform des RFID-Systems **16**, das die ausgewählten Teile hat, die in [Fig. 2](#) gezeigt sind, sowie zusätzliche Teile. Die Schaltungskomponenten nach den [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 3B](#) werden in Verbindung mit den Elementen nach [Fig. 2](#) beschrieben.

**[0029]** Gemäß den [Fig. 2](#), [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#), [Fig. 3B](#) und [Fig. 4](#), auf die nun Bezug genommen wird, enthält das System **16** einen Sender-Empfänger-Modul **18** ([Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#) und [Fig. 3A-4](#)), einen Etikettantwortsignalanalysiermodul **20** ([Fig. 3B](#)) und eine optische Schnittstelle **22** in Form einer Lichtleitfaser-schnittstelle ([Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 3B](#)). Der Sender-Empfänger-Modul **18** enthält eine herkömmliche Empfängerschaltung **24**, die einen AM-Empfänger hat. Die Empfängerschaltung **24** demoduliert die Daten aus dem intelligenten Etikett **28** ([Fig. 4](#)). Amplitudenstörungen auf dem RF-Träger werden erfasst, verstärkt und begrenzt, indem Energie direkt aus der Empfängerantenne eingekoppelt wird. Die Erfassung, Verstärkung und Begrenzung werden so in der Empfängerschaltung **24** ausgeführt. Die Empfängerschaltung **24** gibt ein demoduliertes Etikettantwortsignal ab, wenn ein Artikel **26** in einer Erfassungszone **30** erfasst wird, der mit einem intelligenten Etikett **28** etikettiert ist. Der Sender-Empfänger-Modul **18** ist mit einer herkömmlichen Sender/Empfänger-Antennenbaugruppe **32** verbunden, die eine Senderschleifenantenne **34** aufweist zum Erzeugen einer Erfassungszone und eine Empfängerschleifenantenne **36** zum Aufnehmen von Antwortsignalen, die von einem oder mehreren intelligenten Etiketten **28** gesendet werden. Die Antennen **34** und **36** können getrennt sein oder können gemeinsam untergebracht sein (d. h., beide können auf derselben körperlichen Antenne angeordnet sein). Der Sender-Empfänger-Modul **18** ist in unmittelbarer Nähe zu dem (den) angesteuerten Antennenelementen) platziert. Die Antennenbaugruppe **32** kann so angeordnet sein, wie es in [Fig. 1](#) gezeigt ist, oder auf irgendeine andere herkömmliche Art und Weise. Die Senderschleifenantenne **36** hat eine vorbestimmte Grundfeldfrequenz. In dem hier beschriebenen Beispiel beträgt die Frequenz 13,56 MHz. Der Bereich der Erfindung beinhaltet jedoch jede Frequenz, die zum Erfassen von intelligenten Schwingkreisetiketten geeignet ist.

**[0030]** Der Etikettantwortsignalanalysiermodul **20** kann in unmittelbarer Nähe zu der Antennenbaugruppe **32** und dem Sender-Empfänger-Modul **18** angeordnet sein oder kann entfernt von der Antennenbaugruppe **32** und dem Sender-Empfänger-Modul **18** an-

geordnet sein. Der Etikettantwortsignalanalysiermodul **20** hat einen optischen Eingang, einen A/D-Wandler **65** und eine herkömmliche Digitalsignalverarbeitungsschaltung **38** (im Folgenden als Digitalsignalprozessor **38** oder DSP **38** bezeichnet), welche das digitalisierte und quantisierte analoge Etikettantwortsignal verarbeitet und daraus intelligente Etikettaten macht und abgibt. Der DSP **38** ist bevorzugt in einem abgeschirmten Gehäuse untergebracht.

**[0031]** Ein wichtiges Element der vorliegenden Erfindung ist die optische Schnittstelle **22**, die anstelle einer herkömmlichen festverdrahteten Schnittstelle verwendet wird. Die optische Schnittstelle **22** enthält einen optischen Sender **40**, einen optischen Empfänger **42** und ein Lichtleitkabel oder einen Lichtleiter **44**, der an einem Ende mit dem optischen Sender **40** verbunden ist und an dem anderen Ende mit dem optischen Empfänger **42** verbunden ist. Der optische Sender **40** und der optische Empfänger **42** können körperlich auf entsprechenden Leiterplatten befestigt sein, die dem Sender-Empfänger-Modul **18** und dem Etikettantwortsignalanalysiermodul **20** zugeordnet sind, wie es in den [Fig. 2](#), [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und **38** gezeigt ist, oder sie können außerhalb der Leiterplatten angeordnet sein, die dem Sender-Empfänger-Modul **18** und dem Etikettantwortsignalanalysiermodul **20** (nicht dargestellt) zugeordnet sind. Der Lichtleiter **44** kann irgendeine geeignete Länge haben, um die betreffenden Leiterplatten miteinander zu verbinden, und kann einen oder mehrere Regenerationsverstärker oder optische Verstärker haben, die bei Bedarf längs seines Weges angeschlossen sind, um die Signalstärke aufrecht zu erhalten. Der Lichtleiter **44** reduziert, wie oben erläutert, Rauschen in dem Etikettantwortsignal beträchtlich, indem er für eine elektrische Trennung sorgt und Erdungsschleifen unterbricht, die den festverdrahteten Verbindungen zugeordnet sind, internes Schaltgeräusch aus dem DSP **38** am Eindringen in die Empfängerschaltung **24** hindert und Gleichtakt-signale am Stören des gewünschten Etikettantwortsignals hindert.

**[0032]** Experimentelle Daten zeigen, dass die Verwendung einer Lichtleiterschnittstelle statt einer herkömmlichen festverdrahteten Schnittstelle für eine Rauschspannungsreduktion um eine Größenordnung oder 20 Dezibel (dB) sorgt. Aufgrund der beträchtlichen Reduktion von Rauschen kann der Lesebereich um einen bedeutsamen Prozentsatz vergrößert werden, verglichen mit bekannten RFID-Systemen, die eine festverdrahtete Schnittstelle haben, und zwar in der Größenordnung von wenigstens sechs Zoll bis ein Fuß pro Abfrageeinrichtung. Beispielsweise würde ein Ladeneingang/-ausgang, der zwei Abfrageeinrichtungen hat, eine Verbesserung der Breite des Durchganges von ein bis zwei Fuß haben, wobei jede Abfrageeinrichtung eine Verbesse-



rung im Lesebereich von zusätzlichen sechs Zoll bis ein Fuß liefert.

**[0033]** Das bevorzugte intelligente Schwingkreisetikett zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung ist ein herkömmliches RFID-Etikett.

**[0034]** [Fig. 4](#) zeigt allgemeine Einzelheiten eines Musters eines RFID-Etiketts **28**, das zur Verwendung bei der vorliegenden Erfindung geeignet ist. Das intelligente Etikett **28** enthält eine passive Radiofrequenz (RF)-Schwingkreisschaltung **50**, die erfasst, wann das Etikett **28** in einer Zone ist, die durch eine Lese- oder Befragungseinrichtung überwacht wird, wie es im Stand der Technik bekannt ist. Ein gut bekannter Typ von Schaltung **50** hat eine Spulenantenne **52** und einen Kondensator **54**, die zusammen einen Schwingkreis mit einer vorbestimmten (Betriebs-) Resonanzfrequenz (d. h. der ausgewählten Radiofrequenz) bilden. Der Strom für das intelligente Etikett **28** wird der Antenne **52** auf herkömmliche Art und Weise entnommen. Weiter enthält das intelligente Etikett **28** eine integrierte Schaltung (IS) **56**, die dem intelligenten Etikett **28** „Intelligenz“ verleiht. Die IS **56** ist mit der Schaltung **50** verbunden. Die IS **56** enthält einen programmierbaren Speicher **58**, der weiter unten beschrieben ist, zum Speichern von Identifikationsbits oder anderen Daten. Die IS **56** gibt einen Datenstrom ab, der gespeicherte Daten umfasst, wenn ihr ausreichend Strom zugeführt wird. In einer Ausführungsform der Erfindung erzeugt der Datenstrom eine Serie von Datenimpulsen durch Umschalten eines zusätzlichen Kondensators (nicht dargestellt) an der Spulenantenne **52** für die Dauer der Datenimpulse. Das ändert die Resonanzfrequenz der RF-Schaltung **50**, wodurch diese gegenüber der Betriebsfrequenz verstimmt wird. Statt dass die RF-Schaltung **50** ein einfaches Antwortsignal mit einer einzelnen Betriebsresonanzfrequenz zurückleitet, leitet sie somit ein modulierte Signal zurück, das ein Paket von vorprogrammierter Information aus dem Speicher **58** enthält. Das Paket von Information (Datenimpulse) wird durch die Abfrageeinrichtungsempfangsschaltungsanordnung empfangen und verarbeitet und wird (bei Bedarf) decodiert, um die Identifikation und/oder andere Information über den etikettierten Artikel zu liefern. Andere Verfahren zum Verwenden der Daten in dem IS-Speicher **58** zum Abgeben von Identifikationsdaten aus dem intelligenten Etikett **28** liegen im Bereich der Erfindung. Die IS **56** ist vorzugsweise auch eine passive Vorrichtung und wird auf dieselbe Art und Weise wie die RF-Schaltung **50** mit Strom versorgt (durch Verwenden von Energie, die an der Antenne **52** empfangen wird, aus dem Befragungseinrichtungssendersignal). Das intelligente Etikett **28** ist daher ein so genanntes RFID-Etikett. Andere Typen von RFID-Etiketten können bei der vorliegenden Erfindung benutzt werden. Beispiele von anderen RFID-Etiketten, die eine Schaltungsanordnung haben, welche zur Verwen-

dung als Teil der Schaltungsanordnung des intelligenten Etiketts **28** geeignet ist, sind gezeigt in den US-Patenten Nr. 5,446,447 (Carney et al.), 5,430,441 (Bickley et al.) und 5,347,263 (Carroll et al.).

**[0035]** Die [Fig. 5A](#) – [Fig. 5E](#) zeigen Muster von Etikettantwortsignalen, die aus dem intelligenten Etikett **28** stammen, in den verschiedenen Stufen der Schaltungselemente nach den [Fig. 2](#), [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 3B](#).

**[0036]** [Fig. 5A](#) zeigt einen Teil des unverarbeiteten, demodulierten analogen Etikettantwortsignals an dem Ausgang der Empfängerschaltung **24**, das in den [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 5A](#) als Signal **60** bezeichnet ist. Ein typisches analoges Etikettantwortsignal kann 154 Bit und einen Scheitelspannungswert in dem Bereich von etwa 50 Millivolt haben. Das Signal ist „analog“, weil es einen kontinuierlich variablen Spannungswert und Rauschen hat, verglichen mit einem Digitalsignal, das klar definierte diskrete Werte (zum Beispiel 1, 2, 3,...) hat, die schließlich in Gruppen von Bits ausgedrückt und durch hohe und niedrige Logikpegel dargestellt werden.

**[0037]** [Fig. 5B](#) zeigt einen Teil des Etikettantwortsignals, wie es in dem Lichtleiter **44** erscheint und nachdem es durch den optischen Sender **40** verarbeitet worden ist. Das Etikettantwortsignal in dieser Stufe ist in den [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 3B](#) sowie in [Fig. 5B](#) als Signal **62** bezeichnet. Das Signal **62** hat dieselbe Wellenform wie das Signal **60**, aber die Amplitude repräsentiert Lichtintensität, keine Spannung.

**[0038]** [Fig. 5C](#) zeigt einen Teil des Etikettantwortsignals, wie es in dem Ausgang des optischen Empfängers **42** erscheint und bevor es in den Etikettantwortsignalanalysiermodul **20** eingegeben wird. Das Etikettantwortsignal auf dieser Stufe ist in [Fig. 3B](#) und in [Fig. 5C](#) als Signal **64** bezeichnet. Das Signal **64** hat dieselbe Wellenform wie das Signal **62**, aber die Amplitude repräsentiert nun eine analoge elektrische Spannung. Das Signal **64** ist also mit dem Signal **60** identisch, wenn eine ideal arbeitende Wandlerschaltungsanordnung und ein verlustloser Leiter **44** angenommen werden. Die analoge elektrische Spannung wird in einem A/D-Wandler **65** quantisiert, der in [Fig. 3B](#) gezeigt ist, und die analoge Spannung wird in digitale Daten zur Verarbeitung durch den DSP **38** umwandelt. In der in [Fig. 3B](#) gezeigten Schaltung ist das Signal an dem Ausgang des A/D-Wandlers **65** eine Sequenz von 10-Bit-Worten, dargestellt in [Fig. 5D](#) als diskrete, quantisierte Werte des Signals **64**, die in den DSP **38** eingegeben werden.

**[0039]** [Fig. 5E](#) zeigt einen Teil der von dem DSP **38** abgegebenen Daten des intelligenten Etiketts. Diese Daten bilden die Identifikationsinformation des intelli-

genten Etiketts **28** (zum Beispiel RFID-Etikett-Daten in dem Fall, in welchem das intelligente Etikett **28** ein RFID-Etikett ist). Das Etikettausgangssignal ist in [Fig. 3B](#) und in [Fig. 5E](#) als Signal **66** bezeichnet.

**[0040]** Die quantisierten und digitalisierten Werte und die digitale Wellenform, die in den [Fig. 5D](#) und [Fig. 5E](#) gezeigt sind, repräsentieren nicht die Signale, die in den [Fig. 5A](#) – [Fig. 5C](#) gezeigt sind, zu denselben Zeitpunkten, und ebenso wenig sind die Zeitspannen in den [Fig. 5D](#) und [Fig. 5E](#) mit einander oder mit den Zeitspannen der [Fig. 5A](#) – [Fig. 5C](#) korreliert. Die [Fig. 5D](#) und [Fig. 5E](#) sind angegeben, um die digitalen Eigenschaften eines Etikettantwortsignals zu veranschaulichen, im Vergleich zu der analogen Natur des Signals in den [Fig. 5A](#) – [Fig. 5C](#).

**[0041]** Einige herkömmliche RFID-Systeme benutzen Lichtleiteroptiken zum Übertragen von Signalen zwischen Systemkomponenten. Zum Beispiel offenbart das US-Patent Nr. 5,288,980 (Pate) et al.), dass die Nachrichtenverbindung zwischen dem elektronischen Datenprozessor und einer Durchlass/Nichtdurchlass-Logikschaltung ein Lichtleiterkabel sein kann. Das US-Patent Nr. 5,440,300 (Spillman, Jr.) offenbart ein eingebettetes Mehrfachstruktturnetzwerk, wobei mehrere intelligente Strukturen in Platten eingebettet sind und durch ein Netzwerk aus konformen Stromversorgungs- und Datenempfangsabfrageschnittstelleneinheiten mit Strom versorgt und befragt werden, welche durch Knoten angeschlossen sind und als Knoten dienen längs eines gemeinsamen Strom-/Daten-Buskabels. Das Kabel kann ein Lichtleitkabel sein. Das US-Patent Nr. 5,353,011 (Wheeler et al.) offenbart die Verwendung von Lichtleittreibern, -kabeln und -empfängern zum Verteilen von Synchronisationssignalen, welche phasierten Empfangsoszillatoren zugeordnet sind. In allen drei Patenten fließen nur Digitalsignale durch die Lichtleitoptik. Keines dieser drei Patente sendet unverarbeitete, analoge Etikettantwortsignale über die betreffenden Lichtleitmedien, und somit bietet keines dieser Patente die oben angegebenen Rauschreduzierungsvorteile der vorliegenden Erfindung.

**[0042]** Die [Fig. 2](#), [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#), [Fig. 3A-4](#) und [Fig. 3B](#) zeigen auch das zweite hervorgehobene Rauschreduzierelement nach der vorliegenden Erfindung, nämlich einen rauscharmen Signalgenerator **68** zum Ansteuern des Senders der Antennenbaugruppe **32** mit deren Grundfeldfrequenz. Der Signalgenerator enthält einen Oszillator **70**, der eine Ausgangsfrequenz hat, die ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfeldfrequenz ist, und einen Frequenzteiler **72** (im Folgenden als „durch n teilende Schaltung **72**“ bezeichnet), die mit dem Oszillatorausgang verbunden ist, wobei gilt  $n \geq 2$ . Der Ausgang des Signalgenerators **68** wird benutzt, um den Sender der Antennenbaugruppe **32** mit der durch n geteilten Oszillatorfrequenz anzusteuern. Dazu ist der

Ausgang des Signalgenerators **68** mit einem Schwingkreistreiber oder einer Leistungstreiberschaltung **86** verbunden, die ihrerseits die Senderantenne **34** ansteuert. Eine bevorzugte Leistungstreiberschaltung **86** ist ein Typ von Klasse-E-Verstärker, der in der US-Patentanmeldung Nr. 08/911,843 vom 15. August 1997 mit dem Titel „Drive Circuit For Reactive Loads“ offenbart ist, die durch Bezugnahme hier einverleibt wird. Eine Ausführungsform einer solchen Leistungstreiberschaltung **86** ist in den [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#) und [Fig. 3A-4](#) gezeigt. Der Bereich der Erfindung beinhaltet jedoch jeden geeigneten geschalteten Verstärker, der ein digitales Eingangssignal akzeptiert, einschließlich herkömmlichen Verstärkern der Klasse C, D oder E.

**[0043]** Der Oszillator **70** kann auf dem Sender-Empfänger-Modul **18** montiert sein, wie es in den [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#) und [Fig. 3A-4](#) gezeigt ist, oder der Oszillator **70** kann außerhalb des Sender-Empfänger-Moduls **18** angeordnet sein (nicht dargestellt). In der Konfiguration, in der der Oszillator außerhalb angeordnet ist, kann das Oszillatorausgangssignal durch die Lichtleitschaltungsanordnung **76** empfangen werden. In diesem Fall benutzt der Sender-Empfänger-Modul **18** die Schaltungsanordnung **77** zum Erfassen eines „Ausfalls“ oder des Nichtvorhandenseins des externen Oszillators, um benachbarte Sender-Empfänger-Module **18** zu synchronisieren, entweder in Phase durch Verwenden eines Schaltdrahtes J5 oder 180 Grad phasenverschoben durch Verwenden eines Schaltdrahtes J4.

**[0044]** Die [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#) und [Fig. 3A-4](#) zeigen eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die durch n teilende Schaltung **72** mit einem oder mehreren in Kaskade geschalteten Triggerflipflops implementiert ist. In den [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#) und [Fig. 3A-4](#), wo gilt  $n = 2$ , gibt es daher nur ein Flipflop. Die Feldfrequenz beträgt in dem dargestellten Beispiel 13,56 MHz. Demgemäß wird ein Oszillator **70** gewählt, der eine Ausgangsfrequenz von 27,12 MHz hat. Zum Vereinfachen der Schaltungsimplementierung ist n vorzugsweise eine gerade Zahl. Auf diese Art und Weise können mehrere Flipflops in Kaskade geschaltet werden, um durch 4, 6, 8, usw. ... teilende Schaltungen zu erzeugen. Die Flipflop Ausgangssignale werden den Q- und Q-Ausgängen des Endstufenflipflops entnommen. Wenn n eine ungerade Zahl ist, ist die Schaltungsimplementierung komplizierter. Eine Implementierung mit ungerader Zahl benutzt einen Zähler und Decoder zum Decodieren von Zählerausgangssignalen. Der Bereich der Erfindung beinhaltet Werte von  $n \geq 2$ . Ein praktischer Bereich von Werten für n ist  $16 \geq n \geq 2$ .

**[0045]** Die Theorie hinter der Rauschreduzierfunktion des Signalgenerators **68** ist, dass ein Frequenztei-

ler die Rauschenergie in dem Treibersignal dämpft, aber nicht die Signalenergie des Treibersignals dämpft. Es werde das Beispiel betrachtet, in welchem gilt  $n = 2$ . Nachdem das Oszillatorausgangssignal durch eine durch 2 teilende Schaltung hindurchgeleitet worden ist, sind die Amplituden der Phasenrauschenseitenbänder bei jedem gegebenen Frequenz-Offset hälftig geteilt, wohingegen die Amplitude des Signalteils nicht geteilt ist. Wenn das Rauschen in dem Treibersignal bei einem besonderen Frequenz-Offset  $\sigma_{DS}$  ist, dann beträgt das resultierende Rauschen in dem Treibersignal, nachdem es durch die durch 2 teilende Schaltung hindurchgeleitet worden ist,  $\frac{1}{2} \sigma_{DS}$  bei demselben Frequenz-Offset. Dasselbe Prinzip gilt, wenn  $n$  größer als 2 ist. Zum Beispiel, wenn gilt  $n = 3$ , beträgt das resultierende Rauschen  $\frac{1}{3} \sigma_{DS}$ .

**[0046]** Das Schema eines rauscharmen Oszillators, das oben beschrieben ist, reduziert Rauschen in dem RF-Feld beträchtlich, wodurch es erlaubt, den Lesebereich um einen bedeutsamen Prozentsatz zu vergrößern, verglichen mit bekannten RFID-Systemen, bei denen irgendein solches Schema nicht benutzt wird. Zum Beispiel kann eine Verbesserung von 10 – 20 % in der Erfassbarkeit erzielt werden, wenn dieses Schema benutzt wird.

**[0047]** Die [Fig. 2](#) und [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#) und [Fig. 3A-4](#) zeigen auch das dritte hervorgehobene Rauschreduzierelement nach der vorliegenden Erfindung, nämlich die Verwendung von Filterung auf den Gleichstromleitungen. Der Etikettantwortsignalanalysiermodul **20** liefert isolierten Gleichstrom zu dem Sender-Empfänger-Modul **18**, der seinerseits den Gleichstrom benutzt, um RF-Ströme in der Senderantenne **34** mit der Grundfeldfrequenz zu synthetisieren und fließen zu lassen. Die Gleichstromleitungen für den Sender-Empfänger-Modul **18** enthalten Hoch- und Niederfrequenzgleichtaktfilter **75** und **78** und Hoch- und Niederfrequenzgegentaktkunterdrückungsfilter **80**.

**[0048]** Die [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#) und [Fig. 3A-4](#) zeigen auch Spannungsregler **82** und **84** zum Speisen der Schaltungen des RFID-Systems **16**.

**[0049]** [Fig. 6](#) ist ein vereinfachtes Schaltbild, welches Teile der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hervorhebt, wobei ein oder mehrere Triggerflipflops **72** (ein Flipflop in der dargestellten, durch 2 teilenden Ausführungsform) die doppelte Funktion (1) der Frequenzteilung und (2) der Bereitstellung von nichtphaseninvertierten und phaseninvertierten Ausgangssignalen zum Ansteuern eines Senders erfüllen. (Die Schaltungsanordnung nach [Fig. 6](#) ist im Detail in den [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#) und [Fig. 3A-4](#) gezeigt.)

**[0050]** Gemäß der Darstellung in [Fig. 6](#) ist das Ausgangssignal der durch 2 teilenden Schaltung das Q-Ausgangssignal und das Q-Ausgangssignal des Flipflops **73**. Die beiden Ausgangssignale haben eine Phasendifferenz von 180 Grad und dieselbe Frequenz, wie es in [Fig. 7](#) dargestellt ist. Der Einfachheit halber ist das Q-Ausgangssignal mit 0 Grad Phase bezeichnet und kann als das „nichtphaseninvertierte Ausgangssignal“ bezeichnet werden, und das Q-Ausgangssignal ist mit 180 Grad Phase angegeben und kann als das „phaseninvertierte Ausgangssignal“ bezeichnet werden. Das resultierende Ausgangssignal hat somit eine Gegentaktscharakteristik. Durch Ansteuern der Senderantenne **34** mit beiden Ausgangssignalen erzeugt die Antenne **34** ein kontinuierliches Wellensignal. Ein kontinuierliches Wellensignal sorgt für bessere Zeitgelegenheiten für die Etiketterfassung im Vergleich zu einem Impuls- oder Stoßwellenschema für eine Senderantenne, wie es in [Fig. 2](#) des US-Patents Nr. 4,274,089 (Giles) offenbart ist, welche Senderausgangssignale in der Impulsbetriebsart zeigt. Obgleich [Fig. 3](#) des US-Patents Nr. 4,274,089 (Giles) das Senden des Q-Ausgangssignals eines Frequenzteilerflipflops zu einem Sender eines Schwingkreisetiketts offenbart, wird das Q-Ausgangssignal (d. h. das phaseninvertierte Ausgangssignal) nicht zu dem Etikettsender gesendet.

**[0051]** Eine herkömmliche Technik zum Erzielen eines Phasenteilungs (Gegentakts)-Signals zum Ansteuern einer Senderantenne zum Erzeugen eines kontinuierlichen Wellensignals besteht darin, einen Transformator zu verwenden. Das Arbeiten in der Betriebsart mit kontinuierlicher Welle zeigt zum Beispiel [Fig. 6](#) des US-Patents Nr. 4,274,089 (Giles). Ein Transformator ist eine analoge Vorrichtung und erzeugt beträchtliches Rauschen, was dem Ziel widerspricht, das Systemrauschen zu reduzieren. Die vorliegende Erfindung behält das Treibersignal in digitaler Form so eng wie möglich an der Endstufe bei und benutzt eine digitale Vorrichtung (ein Flipflop) zum Erzeugen der phasengeteilten Signale, wodurch die Gelegenheiten für das Erzeugen von Rauschen in dem System reduziert werden.

**[0052]** Die [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) zeigen, wie die vorliegende Erfindung digitale Signale so eng wie möglich bei der Endstufe benutzt, um Rauschen in der Treibersignalschaltungsanordnung zu reduzieren. [Fig. 8](#) ist ein herkömmliches Schema **90** zum Ansteuern einer RFID-Senderantenne zum Erzeugen eines kontinuierlichen Wellensignals oder ungedämpften Signals. In diesem Schema erzeugt eine analoge Vorrichtung **92** wie ein Transformator die phasengeteilten Signale. Das analoge Ausgangssignal des Transformators wird durch einen Schwingkreistreiber **94** verstärkt, der ein analoges Eingangssignal akzeptiert, und das Ausgangssignal des Treibers wird zu der Senderantenne **34** gesendet. [Fig. 9](#) zeigt das Schema **96** gemäß der vorliegenden Erfindung. In



diesem Schema erzeugt eine digitale Vorrichtung, nämlich ein oder mehrere Flipflops **74**, die phasengeteilten Signale. Das digitale Ausgangssignal des oder der Flipflops **72** wird in einen geschalteten Verstärker **96** eingegeben, der irgendein geeigneter Verstärker der Klasse C, D oder E sein kann, welcher in der Lage ist, ein digitales Eingangssignal zu akzeptieren. Ein derartiger Verstärker ist in der US-Patentanmeldung Nr. 08/911,843 vom 15. August 1997 mit dem Titel „Drive Circuit For Reactive Loads“ (WO-A-99/09536) offenbart, wovon eine Implementierung in den [Fig. 3A-1](#), [Fig. 3A-2](#), [Fig. 3A-3](#) und [Fig. 3A-4](#) gezeigt ist (vgl. die Leistungstreiberschaltung **86**).

**[0053]** Eine weniger bevorzugte Ausführungsform des RFID-Systems **16**, die in dem Rahmen der vorliegenden Erfindung liegt, benutzt nur ein Ausgangssignal oder eine Phase des Flipflops **74**. Dieses Schema liefert nur die Hälfte der Signalspannung für eine gegebene Eingangsspannung im Vergleich zu dem bevorzugten zweiphasigen Schema, sorgt aber immer noch für die gewünschte Signalrauschreduzierung und die kontinuierliche Welle.

**[0054]** Das RFID-System **16** benutzt ein amplitudenmoduliertes Antwortsignal. Andere Modulations-schemata liegen jedoch im Rahmen der Erfindung, wie zum Beispiel Frequenzmodulation, Impulsmodulation und Phasenmodulation.

**[0055]** Die optische Schnittstelle, die hier offenbart ist, ist eine Lichtleiterschnittstelle. Andere optische oder Lichtschnittstellenschemata können jedoch benutzt werden, die das Senden und Empfangen des analogen Etikettantwortsignals über eine definierte Distanz mittels Licht gestatten.

**[0056]** Das oben beschriebene RFID-System benutzt zwar intelligente RFID-Etiketten, die Rauschreduktionsschemata können jedoch in RFID-Systemen benutzt werden, die andere Typen von intelligenten Schwingkreisetiketten verwenden.

**[0057]** Die Rauschreduktionsschemata, die oben beschrieben sind, verbessern die Etiketterfassung und erlauben einen beträchtlich vergrößerten Lesebereich. Die vorliegende Erfindung deckt somit einen seit langem bestehenden und bislang nicht gedeckten Bedarf in der Industrie für ein RFID-System mit diesen verbesserten Fähigkeiten.

**[0058]** Dem Fachmann ist klar, dass Änderungen an den oben beschriebenen Ausführungsformen vorgenommen werden können, ohne das breite erfinderische Prinzip derselben zu verlassen. Es versteht sich deshalb, dass sich die Erfindung nicht auf die offenbarten besonderen Ausführungsformen beschränkt.

## Patentansprüche

1. Radiofrequenzidentifikations (RFID)-System (**16**), das eine Erfassungszone (**30**) zum Erfassen des Vorhandenseins eines Artikels (**26**) in der Erfassungszone (**30**) hat, wobei der Artikel (**26**) mit einem intelligenten Schwingkreisetikett (**28**) etikettiert ist und wobei das Radiofrequenzidentifikationssystem aufweist

(a) eine Empfängerschaltung (**24**), die ein demoduliertes analoges Etikettantwortsignal bei Erfassung des intelligenten Etiketts (**28**) in der Erfassungszone (**30**) abgibt, wobei das demodulierte analoge Etikettantwortsignal eine Reihe von Impulsen beinhaltet, die der ID des intelligenten Etiketts entspricht, (b) einen Etikettantwortsignalanalysiermodul (**20**) mit (i) einem Eingang, (ii) einem Wandler (**65**), der die Etikettantwort in digitale Daten umwandelt, und (iii) einer Digitalsignalverarbeitungsschaltung (**38**), die das digitalisierte Etikettantwortsignal verarbeitet und daraus gebildete intelligente Etikett Daten abgibt; und (c) eine optische Schnittstelle (**22**), die an einem Ende mit dem Ausgang der Empfängerschaltung (**24**) verbunden ist und an dem anderen Ende mit dem Eingang des Etikettantwortsignalanalysiermoduls (**20**) verbunden ist, um das analoge Etikettantwortsignal aus der Empfängerschaltung (**24**) zu dem Etikettantwortsignalanalysiermodul (**20**) zu übertragen.

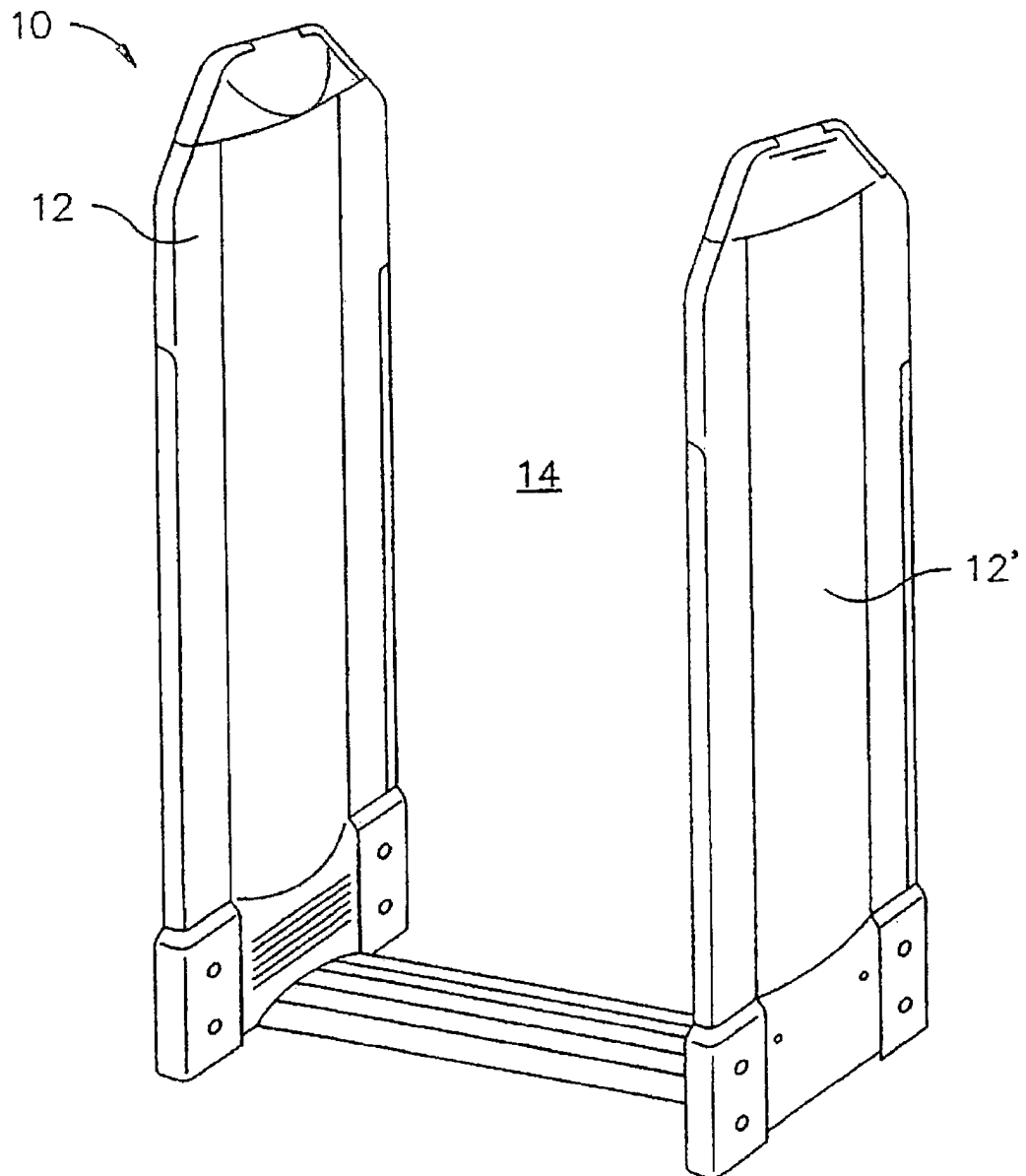
2. RFID-System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Schnittstelle (**22**) aufweist:

(i) einen optischen Sender (**40**), (ii) einen optischen Empfänger (**42**), und (iii) eine Lichtleitfaser (**44**), die an einem Ende mit dem Ausgang des optischen Senders (**40**) und an dem anderen Ende mit dem Eingang des optischen Empfängers (**42**) verbunden ist.

3. RFID-System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das intelligente Schwingkreisetikett (**28**) ein Radiofrequenzidentifikations (RFID)-Etikett ist.

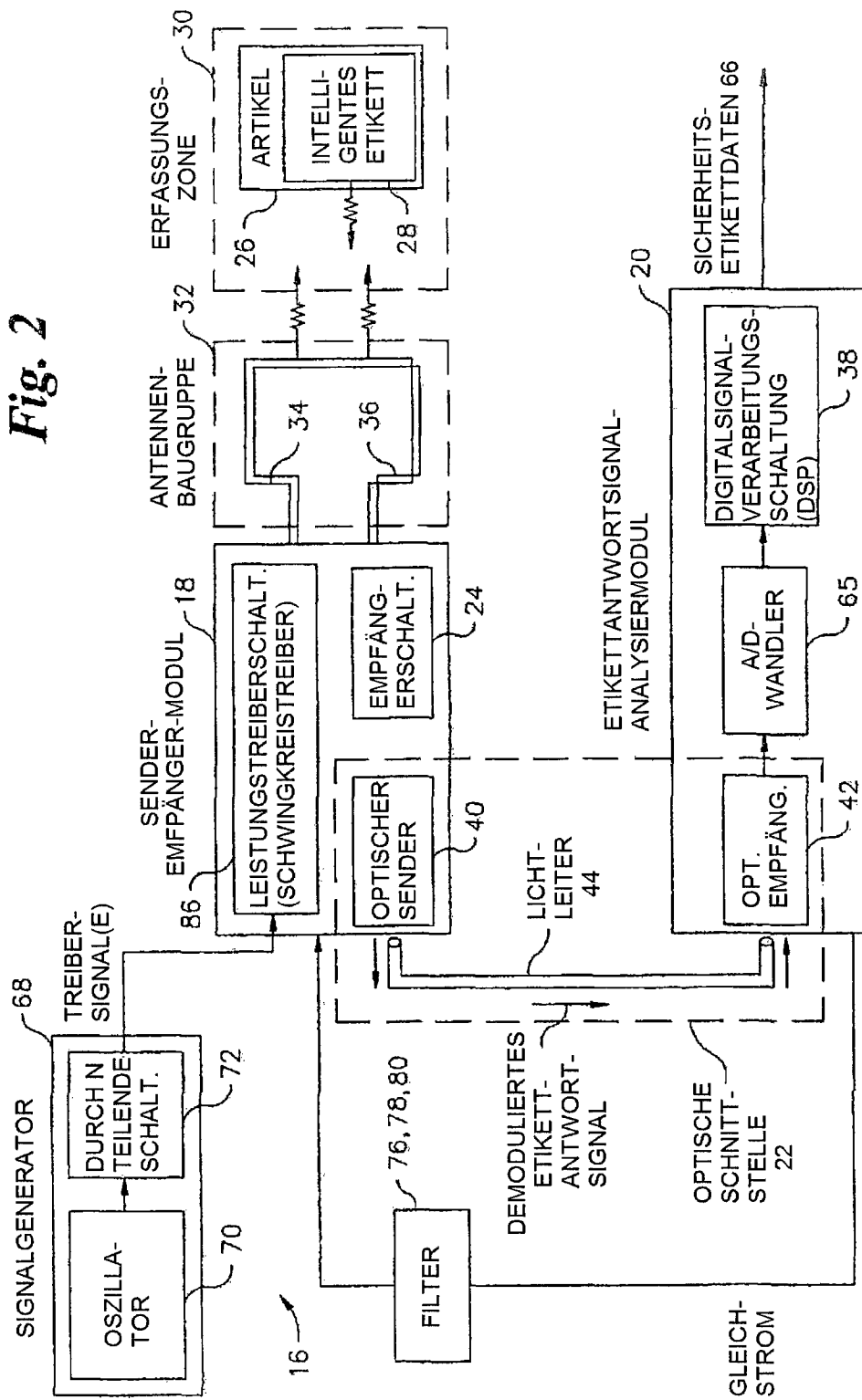
4. RFID-System nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Etikettantwortsignal amplitudenmoduliert ist.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen



***Fig. 1***  
**(STAND DER TECHNIK)**

Fig. 2



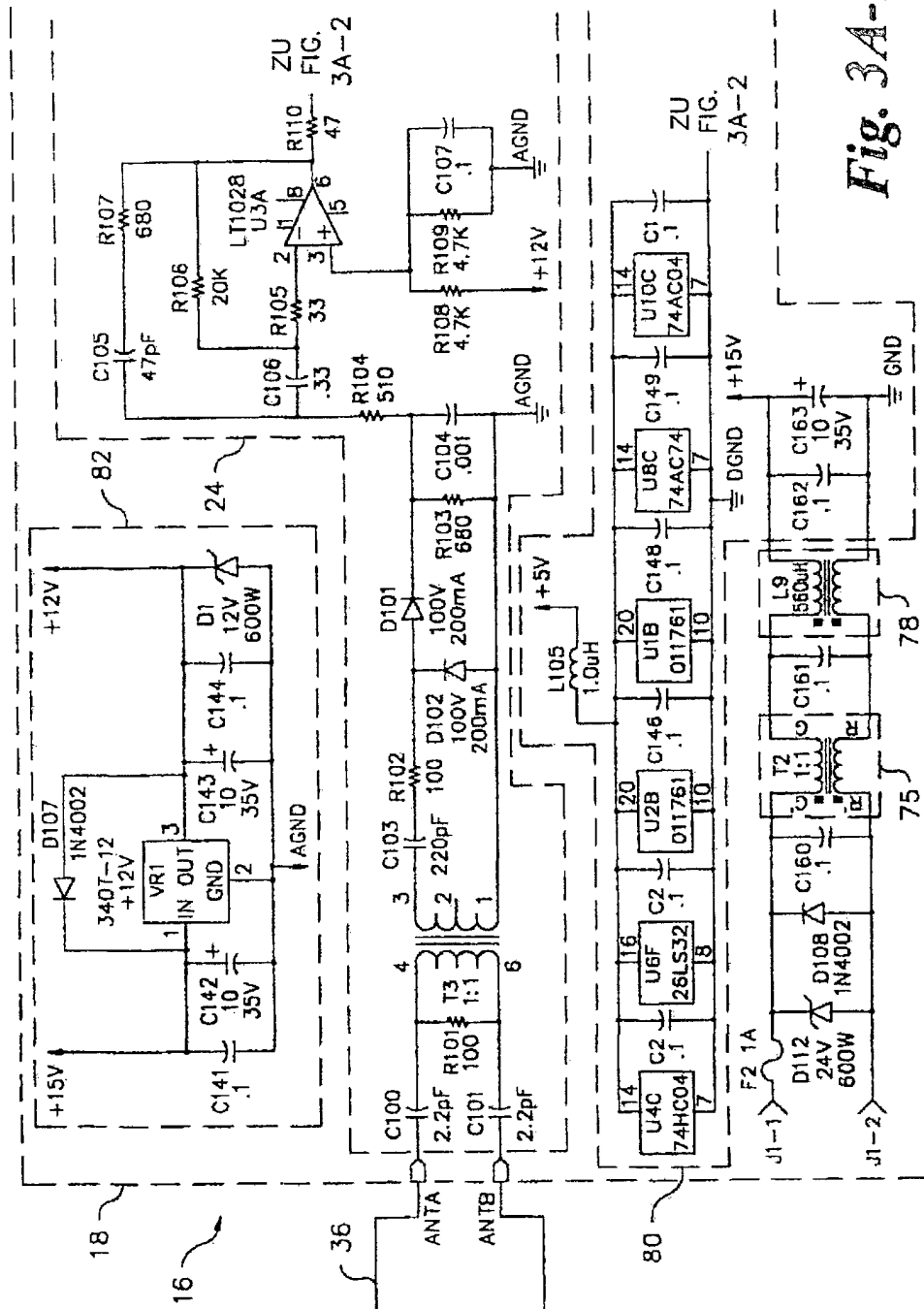
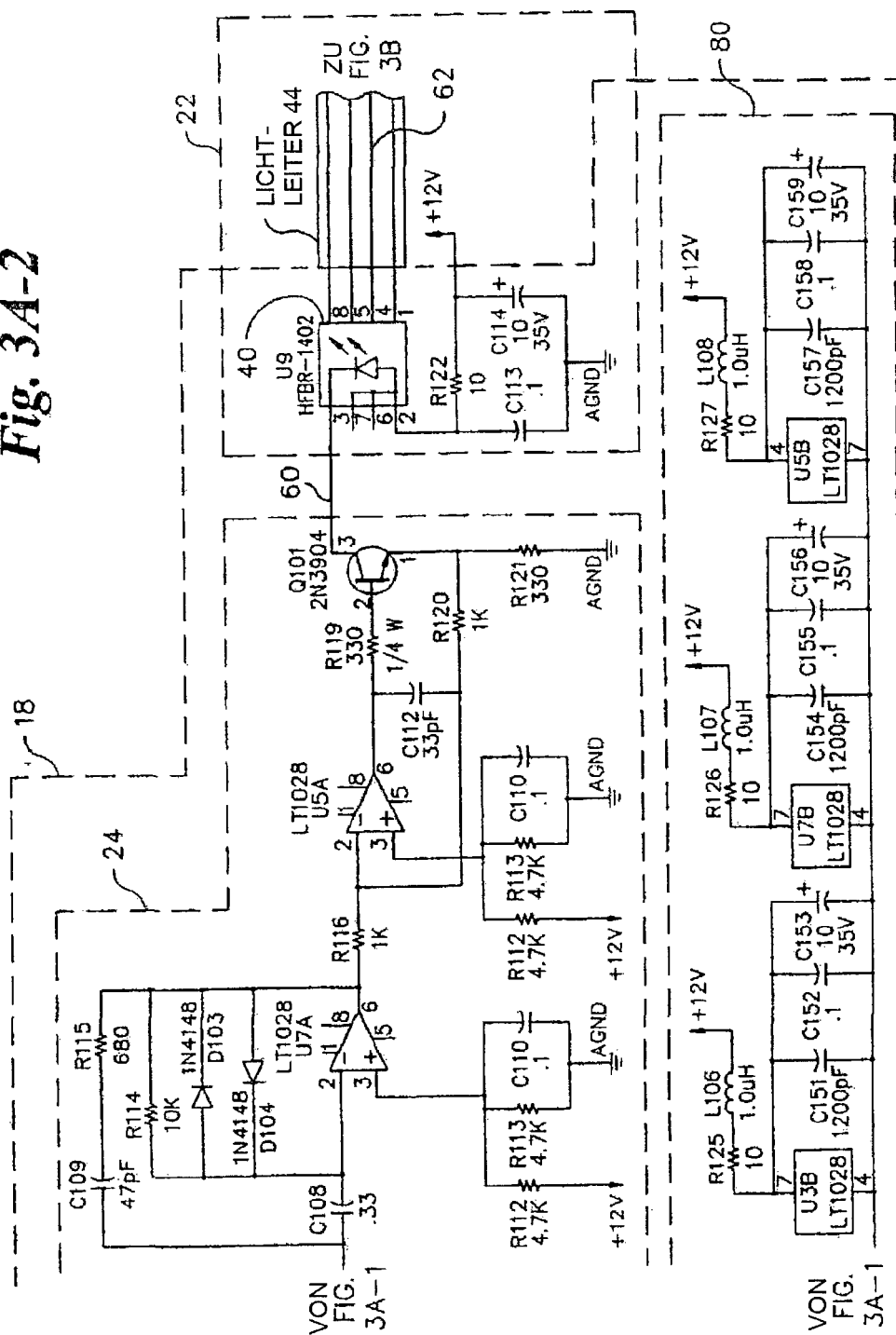


Fig. 3A-1

**Fig. 3A-2**





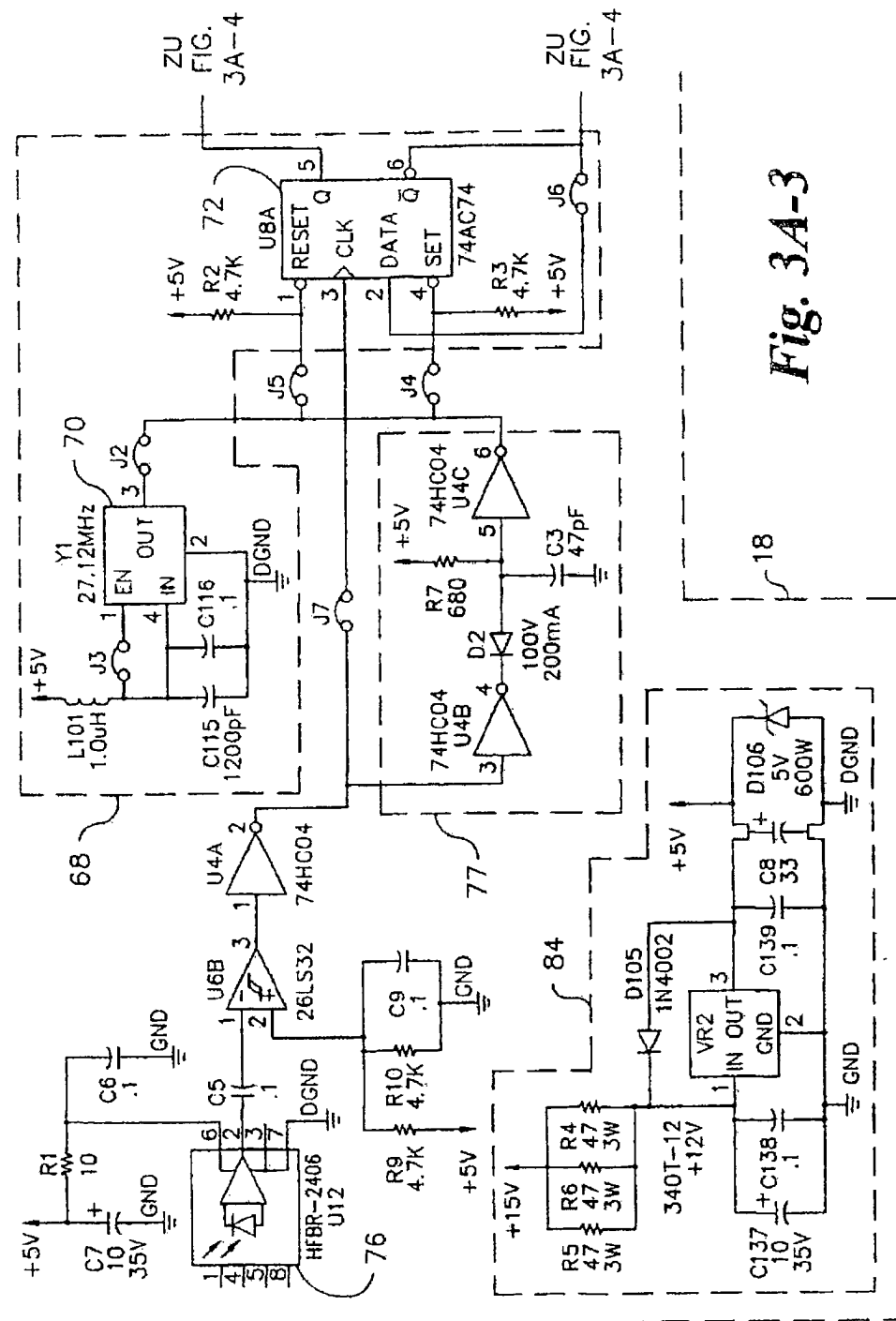
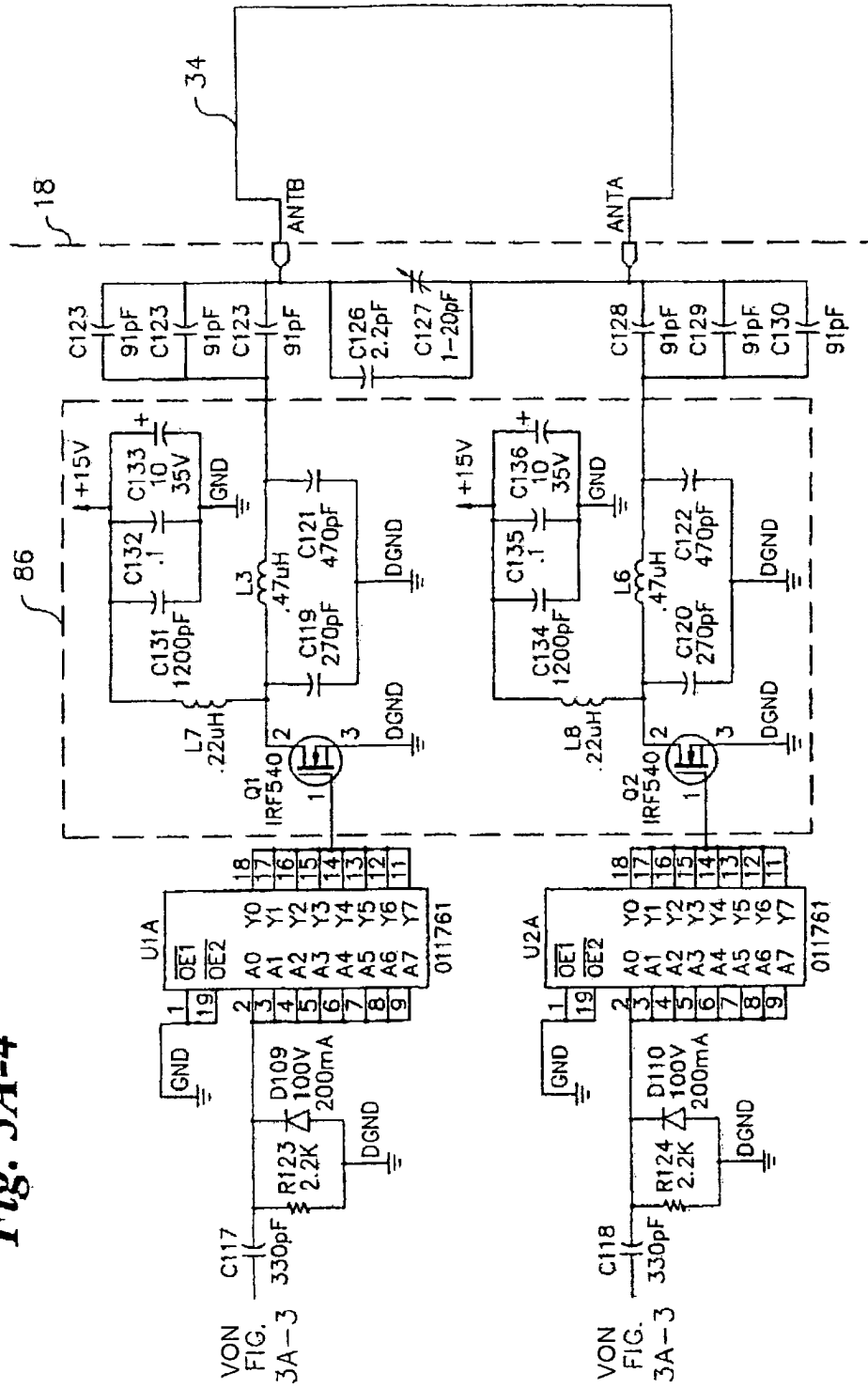
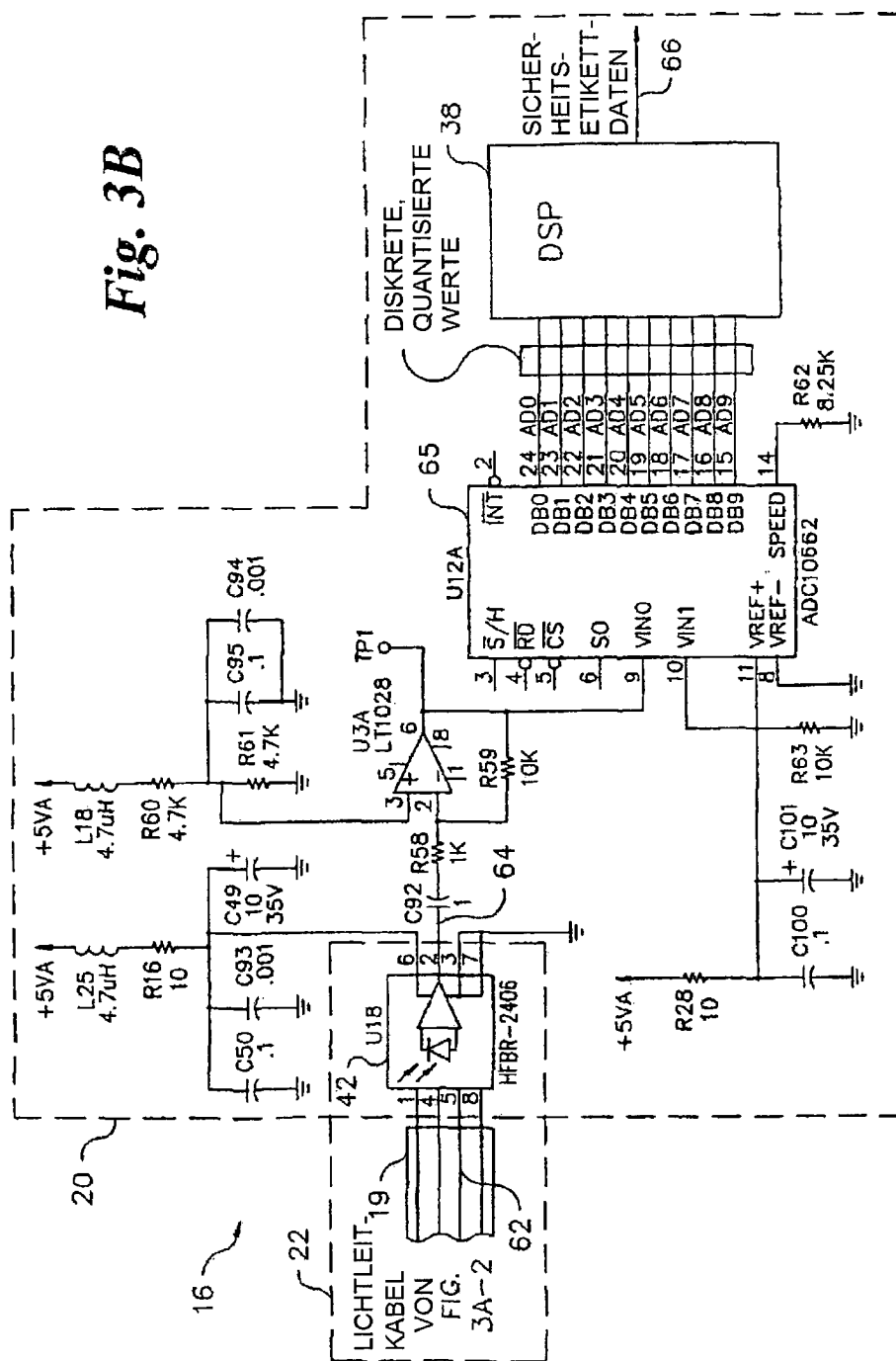


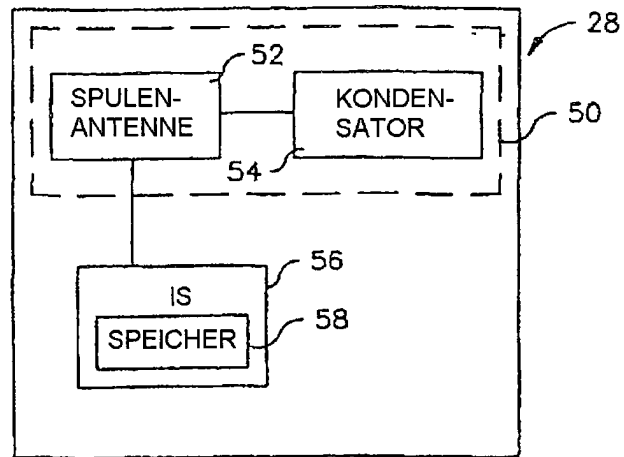
Fig. 3A-3

Fig. 3A-4

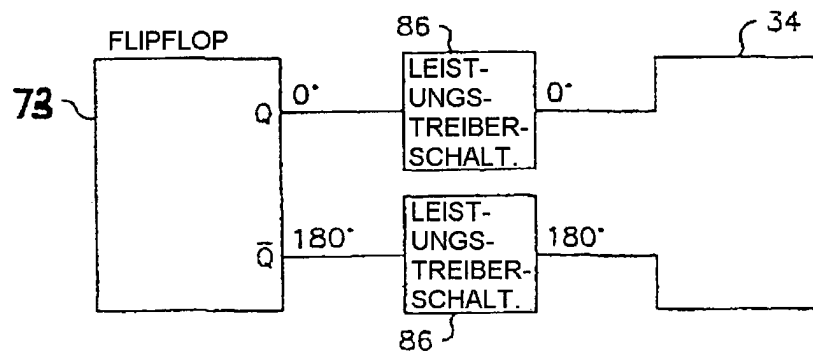


**Fig. 3B**

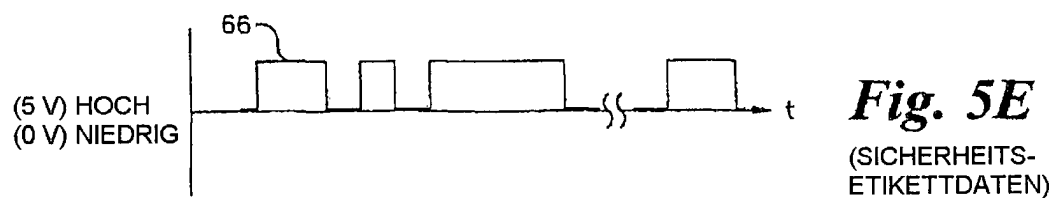
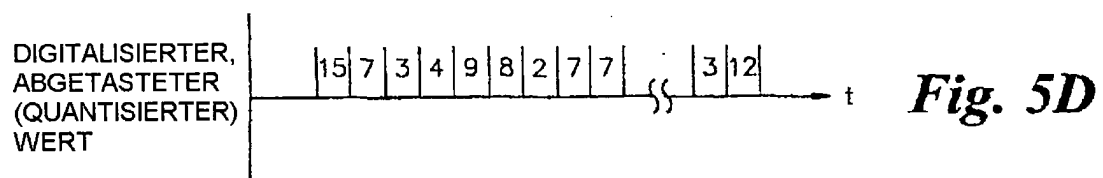
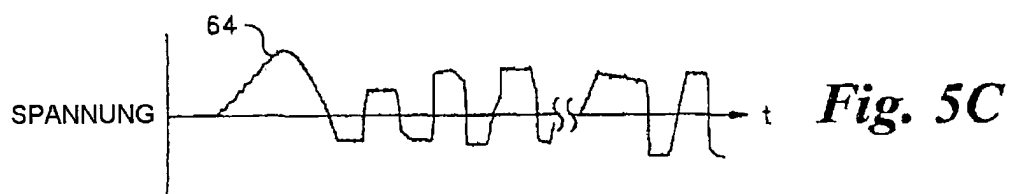
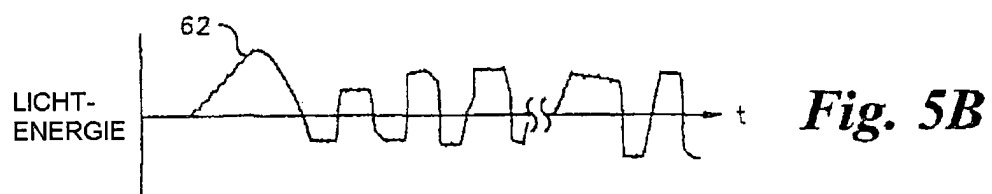
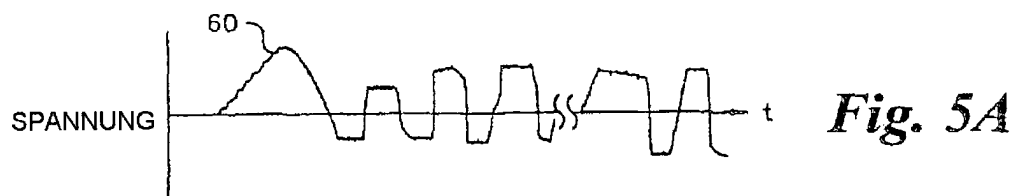




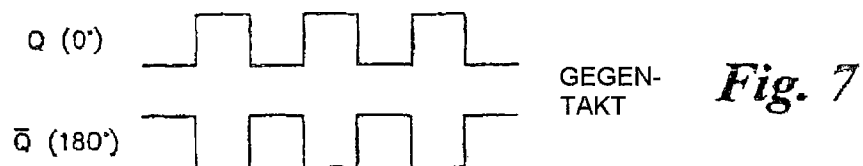
**Fig. 4**  
(STAND DER TECHNIK)



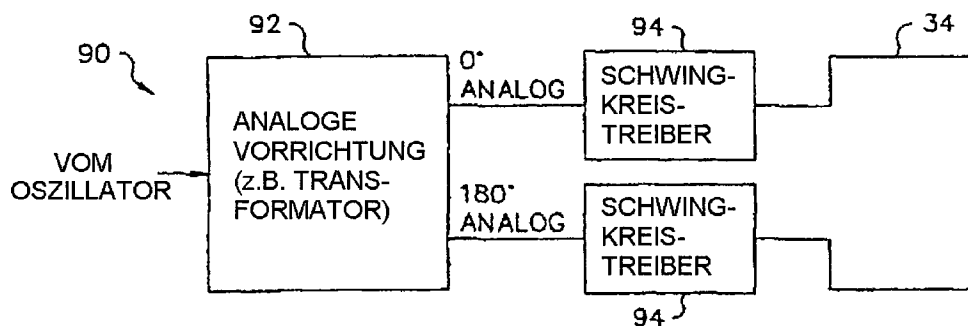
**Fig. 6**







**Fig. 8**  
(STAND DER TECHNIK)



**Fig. 9**

