



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2009 031 012 A1 2010.04.08**

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 031 012.6**

(22) Anmeldetag: **29.06.2009**

(43) Offenlegungstag: **08.04.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01B 7/30 (2006.01)**

**G01B 21/22 (2006.01)**

**G01D 5/20 (2006.01)**

**G01D 5/249 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**12/168,151      06.07.2008      US**

(74) Vertreter:  
**Dilg Haeusler Schindelmann**  
**Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80636 München**

(71) Anmelder:  
**Avago Technologies ECBU IP (Singapore) Pte.**  
**Ltd., Singapore, SG**

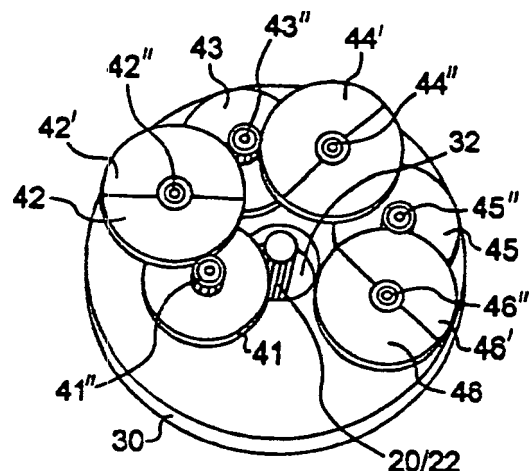
(72) Erfinder:  
**Wong, Weng Fei, Penang, MY; Lee, Sze Kuang,**  
**Bayan Lepas, MY**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Induktiver Mehrfachumdrehungskodierer**

(57) Zusammenfassung: Gemäß einer Ausführungsform wird ein induktiver Mehrfachumdrehungskodierer bereitgestellt, welcher induktive Mittel verwendet zum Bestimmen der Anzahl von Umdrehungen, die eine zentrale Welle, die mit dem Modul betriebsfähig verbunden ist, sich gedreht hat. Die induktiven Spulen umfassen Senderspulen und Empfängerspulen, die betriebsfähig zugeordnet sind mit und gegenüberliegend zu entsprechenden verzahnten kreisförmigen Scheiben, welche wiederum angeordnet sind zum Implementieren eines vorbestimmten Untersetzungsverhältnisses. Der induktive Mehrfachumdrehungskodierer ist in der Lage, unter Hochtemperaturbedingungen zu arbeiten und den Auswirkungen von verschiedenen Umgebungsverunreinigungen zu widerstehen. Der hierin offenbarte induktive Mehrfachumdrehungskodierer ist auch verbesserungsfähig hinsichtlich Miniaturisierung und Herstellung mit niedrigen Kosten.



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung, die hierin beschrieben sind, betreffen das Gebiet von Kodierern und Komponenten, Vorrichtungen, Systeme und Verfahren, die damit verbunden sind.

## Hintergrund

**[0002]** Optische Mehrfachumdrehungs-Kodierer werden in vielen verschiedenen Anwendungen verwendet. Die mechanische Konstruktion von mehrfachumdrehungsoptischen Kodierern basiert normalerweise auf einem Getriebezugdesign, wo Zahnräder mit Öffnungen oder Löchern bereitgestellt werden müssen, um Licht durch die Zahnräder durchzulassen für eine nachfolgende Kollimierung, Reflexion oder Detektion. Die Öffnungen oder Löcher verhindern oft, dass die Zahnräder in optischen Kodierern sehr nahe aneinander gepackt werden und reduzieren auch die Präzision, die für spritzgegossene Zahnräder erhalten werden kann. Zusätzlich sind Substrate wie beispielsweise Platinen, flexible Kabel und dergleichen typischerweise auf beiden Seiten des Getriebezuges erforderlich, um solchen optischen Kodierern die erforderliche mechanische Integrität zu verleihen. Schließlich sind optische Mehrfachumdrehungs-Kodierer typischerweise nicht in der Lage, eine teilweise Umdrehung der darin enthaltenen konstituierenden Scheiben abzufühlen.

**[0003]** Magnetische Mehrfachumdrehungskodierer sind ebenfalls bekannt, werden jedoch leicht durch externe magnetische Felder beeinflusst und können nicht bei sehr hohen Temperaturen arbeiten ohne entmagnetisiert zu werden.

**[0004]** Solche Charakteristiken limitieren offensichtlich den Typ und die Anzahl von Anwendungen, in welchen magnetische Mehrfachumdrehungskodierer verwendet werden können.

**[0005]** Was benötigt wird, ist ein Mehrfachumdrehungskodierer, der kompakter gemacht werden kann, mit geringeren Kosten hergestellt werden kann, mit höherer Präzision betrieben werden kann, und es erlaubt, dass teilweise Umdrehungen von konstituierenden Scheiben abgeföhlt und gemessen werden.

## Zusammenfassung

**[0006]** In einigen Ausführungsformen wird ein Mehrfachumdrehungskodiermodul bereitgestellt, enthaltend eine rotierbare Welle, welche eine Verzahnung um einen Umfang davon angeordnet hat, eine Grundplatte mit einer Öffnung, welche dahindurch angeordnet ist und konfiguriert ist zum darin Entgegenneh-

men von mindestens einem Teil der Welle, wobei die Grundplatte ferner eine Vielzahl von verzahnten kreisförmigen Scheiben aufweist, die darin oder daran montiert sind, wobei mindestens einige der verzahnten kreisförmigen Scheiben einen elektrisch leitenden Teil daran oder daran geformt aufweisen, ein Substrat mit einer Vielzahl von darauf angeordneten induktiven Spulen, wobei jede der induktiven Spulen betriebsfähig ausgerichtet und konfiguriert ist bezüglich mindestens einer entsprechenden gegenüberliegenden verzahnten kreisförmigen Scheibe und dem elektrisch leitenden Teil davon, und eine Positionslogikvorrichtung, welche konfiguriert ist zum Bestimmen eines Rotationsparameters der Welle auf der Basis der relativen Positionen der verzahnten kreisförmigen Scheiben bezüglich einander, wie sie geföhlt werden durch die induktiven Spulen, wobei das Substrat der Grundplatte gegenüberliegt, die Welle betriebsfähig und mechanisch verbunden ist mit mindestens einer der verzahnten kreisförmigen Scheiben durch die Wellenverzahnung, wobei eine Drehung der Welle verursacht, dass mindestens eine verzahnte kreisförmige Scheibe rotiert und dadurch verursacht, dass die übrigen verzahnten kreisförmigen Scheiben rotieren gemäß einem vorbestimmten Untersetzungsverhältnis und wobei jede der induktiven Spulen konfiguriert ist zum Erzeugen eines Ausgangssignals, welches repräsentativ ist für eine Umdrehung der verzahnten kreisförmigen Scheibe, welche bezüglich dieser betriebsfähig ausgerichtet ist und gegenüberliegt und dadurch erlaubt, dass eine Anzahl von Umdrehungen, die die Welle rotiert ist, durch die Positionslogikschaltung bestimmt wird.

**[0007]** Gemäß einer anderen Ausführungsform wird ein Verfahren zum Bestimmen einer Anzahl von Umdrehungen, die eine Welle in einem Mehrfachumdrehungskodierer gedreht hat, bereitgestellt, enthaltend Bereitstellen einer rotierbaren Welle, welche eine Verzahnung aufweist, die um eine Peripherie davon angeordnet ist, Bereitstellen einer Grundplatte mit einer Öffnung, welche dahindurch angeordnet und konfiguriert ist zum darin Aufnehmen von mindestens einem Teil der Welle, wobei die Grundplatte ferner eine Vielzahl von verzahnten kreisförmigen Scheiben aufweist, die darin oder darauf montiert sind, wobei mindestens einige der verzahnten kreisförmigen Scheiben einen elektrisch leitenden Teil aufweisen, der darauf gebildet oder darauf ist, wobei die Welle betriebsfähig und mechanisch verbunden ist mit mindestens einer der verzahnten kreisförmigen Scheiben durch deren Verzahnung, Bereitstellen eines Substrates mit einer Vielzahl von darauf angeordneten induktiven Spulen, wobei jede der induktiven Spulen betriebsfähig ausgerichtet und konfiguriert ist bezüglich einer entsprechenden gegenüberliegenden verzahnten kreisförmigen Scheibe und des elektrisch leitenden Teils davon, wobei das Substrat der Grundplatte gegenüberliegt, Bereitstellen einer Positionslogik, welche konfiguriert ist zum Bestimmen ei-

nes Rotationsparameters der Welle auf der Basis der relativen Positionen der verzahnten kreisförmigen Scheiben bezüglich einander, wie sie von den induktiven Spulen abgefühlt werden, Rotieren der Welle und dadurch Verursachen, dass die verzahnten kreisförmigen Scheiben gemäß einem vorbestimmten Untersetzungsverhältnis rotieren, und, für jede induktive Spule, Erzeugen eines Ausgangssignals, welches repräsentativ ist für eine Umdrehung der entsprechenden verzahnten kreisförmigen Scheibe, diesbezüglich betriebsfähig ausgerichtet und entgegengesetzt, um dadurch zu erlauben, dass eine Anzahl von Umdrehungen, die die Welle rotiert ist, durch die Positionslogikvorrichtung bestimmt wird.

[0008] Weitere Ausführungsformen sind hierin offenbart oder werden den Fachleuten offensichtlich werden, nachdem sie die Beschreibung und die Zeichnungen hiervon gelesen und verstanden haben.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] Verschiedene Aspekte der verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung werden offensichtlich werden von der folgenden Beschreibung, den Zeichnungen und Ansprüchen, in welchen:

[0010] [Fig. 1\(a\)](#) eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines induktiven Mehrfachumdrehungskodierers der Erfindung zeigt;

[0011] [Fig. 1\(b\)](#) eine perspektivische Draufsicht auf eine Grundplatte und entsprechende verzahnte kreisförmige Scheiben, die darauf montiert sind und dem induktiven Mehrfachumdrehungskodierer von [Fig. 1](#) entsprechen, zeigt;

[0012] [Fig. 2\(a\)](#) eine perspektivische Seitenansicht von einer verzahnten kreisförmigen Scheibe und ihrer entsprechenden induktiven Spule, zeigt, entsprechend dem induktiven Mehrfachumdrehungskodierer von [Fig. 1](#);

[0013] [Fig. 2\(b\)](#) eine perspektivische Bodenansicht der verzahnten kreisförmigen Scheibe und der induktiven Spule von [Fig. 2\(a\)](#) zeigt;

[0014] [Fig. 3](#) eine Draufsicht von unten auf das induktive Spulensubstrat von [Fig. 1\(a\)](#) zeigt;

[0015] [Fig. 4](#) Details von einer induktiven Spule des Substrates, das in [Fig. 3](#) dargestellt ist, zeigt;

[0016] [Fig. 5](#) eine andere Ausführungsform einer induktiven Spule der Erfindung zeigt;

[0017] [Fig. 6](#) einen schematischen elektrischen Schaltplan einer Ausführungsform eines Spulensenders und eines Spulenempfängers der Erfindung

zeigt;

[0018] [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) repräsentative modulierte und demodulierte Abgaben zeigt, die entsprechend einer Ausführungsform der induktiven Spulen der Erfindung geliefert werden, und

[0019] [Fig. 9](#) eine Ausführungsform eines Blockdiagramms eines induktiven Mehrfachumdrehungskodierers der Erfindung zeigt.

[0020] Die Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgerecht. Ähnliche Bezugszahlen beziehen sich auf ähnliche Teile oder Schritte überall in den Zeichnungen, soweit nicht anders angegeben.

#### Detaillierte Beschreibung einiger bevorzugter Ausführungsformen

[0021] Bezug nehmend auf [Fig. 1\(a\)](#) bis [Fig. 4](#) ist eine Ausführungsform eines Mehrfachumdrehungskodierersmoduls **10** dargestellt, enthaltend eine rotierbare Welle oder Ritzel **20**, welche(s) eine Verzahnung **22** aufweist, die um eine Peripherie davon angeordnet ist. Eine Grundplatte **30** hat eine Öffnung **32**, die dahindurch angeordnet ist, und ist konfiguriert zum darin Entgegennehmen von mindestens einem Teil der Welle **20**. Die Grundplatte **30** umfasst ferner eine Vielzahl von verzahnten kreisförmigen Scheiben **41** bis **46**, die darin oder darauf montiert sind, wobei mindestens einige der verzahnten kreisförmigen Scheiben einen elektrisch leitenden Teil darauf gebildet oder darauf haben. Zum Beispiel haben Scheiben **42**, **44** und **46** elektrisch leitende Teile **42'**, **44'** bzw. **46'** darin angeordnet oder darin. Man beachte, dass aus Gründen der Einfachheit und um nicht die typischeren Merkmale der Zeichnungen zu verschleiern, die verzahnten kreisförmigen Scheiben **41** bis **46** in [Fig. 1\(a\)](#) und [Fig. 1\(b\)](#) ohne Verzahnung, die um die äußeren Umfänge davon angeordnet ist, dargestellt sind.

[0022] Wie dargestellt, weist das Substrat **60** eine Vielzahl von Sätzen von induktiven Spulen **62a** bis **66g**, die darauf oder darin angeordnet sind, auf, wobei jede der induktiven Spulen betriebsfähig ausgerichtet und konfiguriert ist bezüglich einer entsprechenden gegenüberliegenden verzahnten kreisförmigen Scheibe und dem elektrisch leitenden Teil davon. Eine Positionslogikvorrichtung (nicht dargestellt) ist konfiguriert, um einen Rotationsparameters der Welle **20** auf der Basis der relativen Positionen der verzahnten kreisförmigen Scheiben **42**, **44** und **46** bezüglich einander, wie diese abgefühlt werden durch die induktiven Spulen **62a** bis **66g**, zu bestimmen.

[0023] Ferner, wie in [Fig. 1\(a\)](#) bis [Fig. 4](#) dargestellt, liegt das Substrat **60** der Grundplatte **30** gegenüber und die Welle **20** ist mit der verzahnten kreisförmigen Scheibe **41** durch die Wellenverzahnung **22** betriebs-

fähig und mechanisch verbunden. Eine Drehung der Welle **20** bewirkt, dass die verzahnte kreisförmige Scheibe **41** rotiert und bewirkt dadurch, dass die verbleibenden verzahnten kreisförmigen Scheiben **42** bis **46** entsprechend einem vorbestimmten Untersetzungsverhältnis rotieren. Jede der induktiven Spulen **62a–66g** ist konfiguriert zum Erzeugen eines Ausgangssignals, welches repräsentativ ist für eine Umdrehung der entsprechenden verzahnten kreisförmigen Scheibe, welche diesbezüglich und gegenüberliegend ausgerichtet ist, was es erlaubt, dass eine Anzahl von Umdrehungen, die die Welle **20** rotiert ist, durch die Positionslogikvorrichtung bestimmt wird, welche jede geeignete Prozessier- oder Logikvorrichtung sein kann, wie beispielsweise ein Controller, ASIC, ein Prozessor, ein Mikroprozessor, ein Mikrocontroller, eine CPU oder jede Kombination von geeigneter Logikhardware und/oder Software.

**[0024]** Abhängig von der jeweiligen vorliegenden Anwendung kann das Mehrfachumdrehungskodiermodul **10** konfiguriert sein zum Bereitstellen von jedem von einer Anzahl von verschiedenen Untersetzungsverhältnissen bezüglich einer Drehung der Welle **20** und der Drehung der letzten verzahnten kreisförmigen Scheibe, deren Drehung bewirkt wird durch die Rotation der Welle **20**, aufweisend, aber nicht beschränkt auf die Untersetzungsverhältnisse von 4.096, 2.048, 1.024, 512 und 256. Man beachte, dass andere Untersetzungsverhältnisse als die explizit hierin offenbaren in der vorliegenden Erfindung ebenfalls in Erwägung gezogen sind. Eine Implementierung eines ausgewählten Untersetzungsverhältnisses erfordert ein Auswählen einer angemessenen Anzahl von einzusetzenden verzahnten kreisförmigen Scheiben, Auswählen der relativen Durchmesser und Anzahlen von verzahnten Zähnen von solchen Scheiben bezüglich einander, und anderen Faktoren, die den Fachleuten auf dem Gebiet der Untersetzung gut bekannt sind. Zum Beispiel kann ein Mehrfachumdrehungskodiermodul **10** drei verzahnte kreisförmige Scheiben aufweisen, wobei jede Scheibe dem Kodiermodul **10** 4 Bit an Auflösung verleiht. In anderen Beispielen kann das Mehrfachumdrehungskodiermodul **10** eine verzahnte Scheibe, zwei verzahnte Scheiben, vier verzahnte Scheiben, fünf verzahnte Scheiben, sieben verzahnte Scheiben oder jede andere geeignete Anzahl von Zahnrädern aufweisen, wobei die Anzahl der ausgewählten Verzahnungen von der jeweiligen vorliegenden Anwendung, dem gewünschten Untersetzungsverhältnis und anderen Erwägungen und Faktoren, die den Fachleuten bekannt sind, abhängen wird.

**[0025]** Als ein weiteres Beispiel von Untersetzung und Bezug nehmend auf die [Fig. 1\(a\)](#), [Fig. 1\(b\)](#) und [Fig. 3](#), sind sechs verzahnte kreisförmige Scheiben **41**, **42**, **43**, **44**, **45** und **46** dargestellt. In der veranschaulichten Ausführungsform ist die zentrale verzahnte Welle **20** ein Ritzel, welches in Eingriff ist mit

und konfiguriert ist zum Verursachen einer Drehung der Scheibe **41**, wenn die Welle **20** rotiert. Das Übersetzungsverhältnis zwischen der Welle **20** und der Scheibe **41** ist 1:4. Folglich, wenn die Scheibe **41** eine Umdrehung abschließt, hat sich die Welle **20** vier Umdrehungen gedreht ( $2^2$ , oder 2 Bits). Das Übersetzungsverhältnis zwischen der Scheibe **41** und der Scheibe **42** ist ebenfalls 1:4. Folglich, wenn die Scheibe **42** eine Umdrehung abschließt, hat die Scheibe **41** vier Umdrehungen abgeschlossen (ebenfalls  $2^2$  oder 2 Bit), während zur selben Zeit die Welle **20** 16 Umdrehungen ( $2^4$ , oder 4 Bit) rotiert ist, usw. Da das Mehrfachumdrehungskodiermodul **10**, welches in [Fig. 1\(a\)](#), [Fig. 1\(b\)](#) und [Fig. 3](#) dargestellt ist, sechs verschiedene verzahnte kreisförmige Scheiben aufweist, von denen jede ein 1:4 Übersetzungsverhältnis hat, ist das Modul **10** ein 12-Bit-System, welches in der Lage ist, 4.096 Umdrehungen der Welle **20** mit jeder vollständigen Umdrehung der letzten verzahnten kreisförmigen Scheibe in dem System, Scheibe **46**, abzufühlen. (Wie oben diskutiert, können andere Übersetzungsverhältnisse und andere Anzahlen von verzahnten Scheiben verwendet werden und fallen nichtsdestoweniger in den Umfang der vorliegenden Erfindung.)

**[0026]** Die elektrisch leitenden Teile **42'**, **44'** und **46'** der verzahnten kreisförmigen Scheiben **42**, **44** bzw. **46** können mindestens eines von Metall, Metallfolie, ein elektrisch leitendes Polymer, ein elektrisch leitendes Plastik, eine Metalllegierung, eine Kombination von Metallen oder jedes andere geeignete elektrisch leitende Material aufweisen. Wie die Fachleute verstehen werden, ist jedoch für die meisten Anwendungen Metall ein bevorzugtes Material.

**[0027]** Die induktiven Spulen **62a–66g** können in Substrate **62**, **64** und **66** integriert sein oder darüber oder darunter positioniert oder angeordnet sein. Die induktiven Spulen **62a–66g** können ferner separate Komponenten bilden, welche an ihren entsprechenden Substraten befestigt sind. Darüber hinaus, und wie in [Fig. 2\(b\)](#), [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) dargestellt, umfassen die induktiven Spulen **62a–66g** Sender- oder Übertragerspulen und Empfängerspulen. Zum Beispiel, und wie ferner in [Fig. 2\(b\)](#), [Fig. 3](#), [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) veranschaulicht, umfasst jede der induktiven Spulen **62**, **64** und **66** ein Paar von Senderspulen (d. h. Spulen **62f** und **62g**, und **64f** und **64g**, und **66f** und **66g**) und zwei Paare von Empfängerspulen (d. h. Spulen **62a/62b** und **62c/62d**, **64a/64b** und **64c/64d**, und **66a/66b** und **66c/66d**). Als Beispiel sind die Empfängerspulen **62a** und **62b** um  $90^\circ$  außer Phase bezüglich einander. Andere Phasendifferenzen zwischen empfangenen Signalen können ebenso verwendet werden, einschließlich, aber nicht hierauf beschränkt, 30 Grad, 45 Grad und 60 Grad.

**[0028]** Wie in [Fig. 1\(a\)](#), [Fig. 1\(b\)](#) und [Fig. 3](#) dargestellt, ist jede der induktiven Spulen **62**, **64** und **66** be-

triebsfähig angeordnet über und ausgerichtet bezüglich seiner entsprechenden verzahnten kreisförmigen Scheibe **42**, **44** und **46**. Die elektrisch leitenden Teile **42'**, **44'** und **46'** der verzahnten kreisförmigen Scheiben **42**, **44** und **46** sprechen auf Signale an, welche von den induktiven Spulensendern **42f** und **42g**, **44f** und **44g** und **46f** und **46g** übertragen werden, welche wiederum im Wesentlichen solche übertragenen Signale zurückreflektieren zu differentiell gepaarten Empfängerspulen, jeweils **42a/42b** und **42c/42d**, **44a/44b** und **44c/44d**, und **46a/46b** und **46c/46d**, wenn die Scheiben **42**, **44** und **46** rotieren. Das heißt die Drehung von jeder der verzahnten kreisförmigen Scheiben **42**, **44** und **46** bewirkt, dass der elektrisch leitende Teil davon von den hierzu korrespondierenden Empfängerspulen abgefühlt wird. Jedes Paar von Empfängerspulen gibt einen Zyklus von SIN & COS-Signalen für jede vollständige Umdrehung der fraglichen verzahnten kreisförmigen Scheibe aus. Die Positionslogikvorrichtung oder der Prozessor interpoliert dann solche Signale in einen 4-Bit-Zähler.

**[0029]** Man beachte, dass Phasendifferenzen zwischen Empfängerspulen, die von 90° abweichen (zum Beispiel, SIN und COS), in der vorliegenden Erfindung in Erwägung gezogen sind und dass solche Phasendifferenzen jeden geeigneten Wert annehmen können. Ferner ist zu beachten, dass Zähler anders als die, welche durch 4 Bit repräsentiert sind, in der vorliegenden Erfindung ebenfalls in Erwägung gezogen sind und jede geeignete Anzahl von Bits sein können. Zusätzlich ist in der vorliegenden Erfindung in Erwägung gezogen, dass die induktiven Spulen **62**, **64** und **66** nicht nur auf dem Substrat **60** montiert sind, sondern alternativ auf der Grundplatte **30**, in welchem Fall alle sechs funktionalen Zahnräder **41**, **42**, **43**, **44**, **45** und **46** mit induktiven Spulen ausgestattet werden würden.

**[0030]** Die induktiven Spulen, die in dem hierin beschriebenen Mehrfachumdrehungskodierer **10** verwendet sind, sind verschieden von denen, die typischerweise in Einfachumdrehungskodierern verwendet werden. Zum Beispiel umfassen die hierin offenbarten mehrfachumdrehungsinduktiven Spulen diskrete und separate Sender- und Empfängersektoren, wohingegen einfachumdrehungsinduktive Spulen des Standes der Technik allgemein eine rechteckige Form haben. Die mehrfachumdrehungsinduktiven Spulen, die hierin offenbart werden, umfassen einen Satz von Empfängerspulen, der in der Lage ist, eine gesamte Umdrehung einer verzahnten kreisförmigen Scheibe „zu sehen“, während einfachumdrehungsinduktive Spulen des Standes der Technik redundante Spulen enthalten, die in der Lage sind, nur einen Teil der Umdrehung einer Scheibe „zu sehen“. Während die mehrfachumdrehungsinduktiven Spulen, wie sie hierin offenbart sind, nur ein sinusförmiges Signal für jede Umdrehung einer Scheibe liefern, ergeben einfachumdrehungsinduktive Spulen des Standes der

Technik allgemein mehrere sinusförmige Signale für jede Umdrehung einer Scheibe.

**[0031]** **Fig. 5** zeigte eine Ausführungsform einer induktiven Spule **66**, welche Sender- und Empfängerspulen **66a–66g** aufweist, die konfiguriert sind als verschachtelte elektrische leitende Spuren, die auf einer darunterliegenden Oberfläche angeordnet sind, welche wiederum einen Teil des Substrats **60** bildet oder daran befestigt ist. **Fig. 6** zeigt ein repräsentatives schematisches elektrisches Schaltbild einer induktiven Spule enthaltend eine Senderspule **66f** und zwei Paare von Empfängerspulen **66a, b** und **66c, d**, welche jeweils betriebsfähig mit einem entsprechenden Verstärker **71** und **72** mit veränderbarer Verstärkung verbunden ist, von denen jeder konfiguriert ist zum Empfangen und Verstärken der Ausgangssignale, die durch die Senderspulen dahin geliefert werden.

**[0032]** Repräsentative Wellenformen, die als Abgaben der Empfängerspulen geliefert werden, sind um 90° außer Phase bezüglich einander, wie dargestellt in **Fig. 7** (vor der Demodulation) und **Fig. 8** (nach der Demodulation). Ein Trägerfrequenzsignal, welches in den Ausgangssignalen enthalten ist, die von den Senderspulen geliefert werden, kann entfernt werden durch eine geeignete digitale Filterschaltung, wie sie im Stand der Technik bekannt ist. Wie weiter in **Fig. 9** dargestellt, kann ein Analog-zu-Digital-Konverter, welcher konfiguriert ist zum Konvertieren der Ausgangssignale, die von den Senderspulen geliefert werden, in ein digitales Format, ebenfalls verwendet werden als Teil der Positionslogikvorrichtung zum Liefern eines digitalen Ausgangssignals, welches repräsentativ ist für eine Wellenposition und/oder die Anzahl von Umdrehungen, die die Welle rotiert ist.

**[0033]** Wie nun offensichtlich werden wird, hat der mehrfachumdrehungsinduktive Kodierer, welcher hierin offenbart ist, zahlreiche Vorteile, einschließlich der Möglichkeit, einen Kodierer zu designen, welcher induktive Sensoren auf einer einzigen Seite des Moduls platziert hat, und Bereitstellen eines Kodierers, welcher es erlaubt, die Drehposition einer Scheibe während ihrer gesamten Umdrehung zu überwachen und zu messen, ohne eine exzessive Anzahl von Spulen, Bahnen oder Spuren zu verwenden. Diese Merkmale wiederum erlauben einen Mehrfachumdrehungskodierer bereitzustellen, welcher eine erhöhte Flexibilität bezüglich Zahnradplatzierung und Design verglichen mit optischen Kodierern aufweist.

**[0034]** Ein weiterer Vorteil des mehrfachumdrehungsinduktiven Kodierers, welcher hierin beschrieben und offenbart ist, ist die Fähigkeit, die induktiven Spulen auf einer einzigen Seite eines Zahnrades oder eines Getriebezuges zu platzieren, was speziell vorteilhaft sein kann, wenn ein Mehrfachumdrehungskodierer mit induktiven Spulen montiert auf ei-

nem Substrat mit Elektronik an Bord als Modul verkauft wird. Zahlreiche Ausführungsformen des mehrfachumdrehungsinduktiven Kodierers der Erfindung können auch konfiguriert sein zum Erzeugen von direkten Rohausgangssignalen, welche konform mit nahezu jedem gewünschten Format sind, wie beispielsweise Grey Code, Binär, usw, welche zu liefern optische Mehrfachumdrehungskodierer außerstande sind. Die mehrfachumdrehungsinduktiven Kodierer der Erfindung sind auch in der Lage, sehr hohen Betriebstemperaturen zu widerstehen und sind insbesondere resistent gegen Staub, Flüssigkeit oder andere Umgebungsverunreinigungen.

**[0035]** Der induktive Mehrfachumdrehungskodierer der Erfindung kann auch direkt auf einer flexiblen Schaltung, einer Platine, einem keramischen Substrat oder jedem anderen geeigneten Substratmaterial hergestellt werden.

**[0036]** Es ist zu beachten, dass innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung Verfahren des Herstellens und Herstellhabens der verschiedenen Komponenten, Vorrichtungen und Systeme, wie sie hierin beschrieben sind, eingeschlossen sind.

**[0037]** Die oben beschriebenen Ausführungsformen sollten eher als Beispiele der vorliegenden Erfindung betrachtet werden, als den Umfang der Erfindung zu limitierend. Zusätzlich zu den vorangegangenen Ausführungsformen der Erfindung wird eine Durchsicht der detaillierten Beschreibung und der begleitenden Zeichnungen zeigen, dass es andere Ausführungsformen der Erfindung gibt. Entsprechend werden viele Kombinationen, Permutationen, Variationen und Modifikationen der vorangegangenen Ausführungsformen der Erfindung, die nicht explizit hierin hervorgehoben wurden, nichtsdestoweniger in den Umfang der Erfindung fallen.

### Patentansprüche

1. Mehrfachumdrehungskodiermodul enthaltend: eine rotierbare Welle, welche eine Verzahnung aufweist, die um eine Peripherie davon angeordnet ist; eine Grundplatte mit einer Öffnung, welche dahindurch angeordnet ist und konfiguriert ist zum darin Entgegennehmen von mindestens einem Teil der Welle, wobei die Grundplatte ferner eine Vielzahl von verzahnten kreisförmigen Scheiben aufweist, die darin oder darauf montiert sind, wobei mindestens einige der verzahnten kreisförmigen Scheiben einen elektrisch leitenden Teil darauf gebildet oder darauf haben; ein Substrat mit einer Vielzahl von induktiven Spulen, die darauf angeordnet sind, wobei jede der induktiven Spulen betriebsfähig ausgerichtet und konfiguriert ist bezüglich mindestens einer entsprechenden gegenüberliegenden verzahnten kreisförmigen Scheibe und dem elektrisch leitenden Teil davon, und

eine Positionslogikvorrichtung, welche konfiguriert ist zum Bestimmen eines Rotationsparameters der Welle auf der Basis der relativen Positionen der verzahnten kreisförmigen Scheiben bezüglich einander, wie sie von den induktiven Spulen abgefühlt werden; wobei das Substrat der Grundplatte gegenüberliegt, die Welle betriebsfähig und mechanisch verbunden ist mit mindestens einer der verzahnten kreisförmigen Scheiben durch die Wellenverzahnung, wobei eine Drehung der Welle bewirkt, dass die mindestens eine verzahnte kreisförmige Scheibe rotiert und dadurch bewirkt, dass die übrigen verzahnten kreisförmigen Scheiben rotieren gemäß einem vorbestimmten Untersetzungsverhältnis, und wobei jede der induktiven Spulen konfiguriert ist zum Erzeugen eines Ausgangssignals, welches repräsentativ ist für eine Umdrehung der verzahnten kreisförmigen Scheibe, welche betriebsfähig ausgerichtet ist in Bezug hierauf und hierzu gegenüberliegend, um es dadurch zu erlauben, dass eine Anzahl von Umdrehungen, welche die Welle rotiert ist, durch die Positionslogikvorrichtung bestimmt wird.

2. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach Anspruch 1, wobei das Untersetzungsverhältnis bezüglich einer Drehung der Welle und Drehung der letzten verzahnten kreisförmigen Scheibe, die bewirkt ist durch Drehung der Welle, eines ist von 4.096, 2.048, 1.024 und 512.

3. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Modul drei verzahnte kreisförmige Scheiben aufweist, wobei jede Scheibe dem Kodiermodul 4 Bit an Auflösung verleiht.

4. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrisch leitenden Teile der verzahnten kreisförmigen Scheiben mindestens eines von Metall, Metallfolie, einem elektrisch leitenden Polymer, einem elektrisch leitenden Plastik, einer Metalllegierung und einer Kombination von Metallen aufweist.

5. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede der Vielzahl von induktiven Spulen in das Substrat integriert ist.

6. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei jede der Vielzahl von induktiven Spulen eine separate Komponente bildet, welche an dem Substrat befestigt ist.

7. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede der Vielzahl von induktiven Spulen mindestens eine Senderspule und mindestens eine Empfängerspule aufweist.

8. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach An-

spruch 7, wobei die mindestens eine Empfängerspule mindestens ein Paar von Empfängerspulen aufweist.

9. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach Anspruch 8, wobei die Empfängerspulen  $90^\circ$  außer Phase bezüglich einander angeordnet sind.

10. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner enthaltend einen Vorverstärker mit veränderbarer Verstärkung, welcher konfiguriert ist zum Empfangen und Verstärken der Ausgangssignale.

11. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner enthaltend eine digitale Filterschaltung, welche konfiguriert ist zum Entfernen einer Trägerfrequenz von den Ausgangssignalen.

12. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner enthaltend einen Analog-zu-Digital-Konverter, welcher konfiguriert ist zum Konvertieren der Ausgangssignale von einer analogen Form in eine digitale Darstellung davon.

13. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner enthaltend einen digitalen Signalprozessor, welcher konfiguriert ist zum Bereitstellen eines digitalen Ausgangssignals, welches repräsentativ für eine Wellenposition ist.

14. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner enthaltend einen digitalen Signalprozessor, der konfiguriert ist zum Bereitstellen eines digitalen Ausgangssignals, welches repräsentativ ist für die Anzahl von Umdrehungen, die die Welle rotiert ist.

15. Mehrfachumdrehungskodiermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Kodiermodul montiert ist auf oder befestigt ist an einem von einer flexiblen Schaltung, einer Platine und einem keramischen Substrat.

16. Verfahren zum Bestimmen einer Anzahl von Umdrehungen, die sich eine Welle in einem Mehrfachumdrehungskodierer gedreht hat, enthaltend: Bereitstellen einer rotierbaren Welle, welche eine Verzahnung aufweist, die um eine Peripherie davon angeordnet ist; Bereitstellen einer Grundplatte, welche eine Öffnung aufweist, die dahindurch angeordnet ist und konfiguriert ist zum darin Entgegennehmen von mindestens einem Teil der Welle, wobei die Grundplatte ferner eine Vielzahl von verzahnten kreisförmigen Scheiben aufweist, die darin oder darauf montiert sind, wobei mindestens einige der verzahnten kreisförmigen

Scheiben einen elektrisch leitenden Teil darauf geformt oder darauf haben, wobei die Welle mit mindestens einer der verzahnten kreisförmigen Scheiben durch die Verzahnung davon betriebsfähig und mechanisch verbunden ist;

Bereitstellen eines Substrates mit einer Vielzahl von induktiven Spulen, die darauf angeordnet sind, wobei jede der induktiven Spulen betriebsfähig ausgerichtet und konfiguriert ist bezüglich einer entsprechenden gegenüberliegenden verzahnten kreisförmigen Scheibe und des elektrischen leitenden Teils davon, wobei das Substrat der Grundplatte gegenüberliegt; Bereitstellen einer Positionslogik, welche konfiguriert ist zum Bestimmen eines Rotationsparameters der Welle auf der Basis der relativen Positionen der verzahnten kreisförmigen Scheiben bezüglich einander, wie sie von den induktiven Spulen abgefühlt werden; Rotieren der Welle und dadurch bewirken, dass die verzahnten kreisförmigen Scheiben gemäß einem vorbestimmten Untersetzungsverhältnis rotieren, und für jede induktive Spule, Erzeugen eines Ausgangssignals, welches repräsentativ ist für eine Drehung der hierzu korrespondierenden verzahnten kreisförmigen Scheibe, die bezüglich ihr betriebsfähig ausgerichtet ist und ihr gegenüberliegend, um dadurch zu erlauben, dass eine Anzahl von Umdrehungen, die die Welle rotiert ist, von der Positionslogikvorrichtung bestimmt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei das Untersetzungsverhältnis bezüglich einer Drehung der Welle und einer Drehung der letzten verzahnten kreisförmigen Scheibe, deren Drehen bewirkt wird durch Drehung der Welle, eines ist von 4.096, 2.048, 1.024 und 512.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, wobei die elektrisch leitenden Teile der verzahnten kreisförmigen Scheiben mindestens eines von Metall, Metallfolie, einem elektrisch leitenden Polymer, einem elektrisch leitenden Plastik, einer Metalllegierung und einer Kombination von Metallen aufweist.

19. Verfahren nach Anspruch 16 bis 18, ferner enthaltend ein Integrieren von jeder der Vielzahl von induktiven Spulen in das Substrat.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, ferner enthaltend Bilden einer separaten Komponente für jede der Vielzahl von induktiven Spulen und Befestigen derselben an dem Substrat.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, ferner enthaltend Bereitstellen von jeder der Vielzahl von induktiven Spulen als mindestens eine Senderspule und mindestens eine Empfängerspule.

22. Verfahren nach Anspruch 21, wobei die mindestens eine Empfängerspule mindestens ein Paar von Empfängerspulen aufweist.

23. Verfahren nach Anspruch 22, wobei die Empfängerspulen um  $90^\circ$  außer Phase bezüglich einander angeordnet sind.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 23, ferner enthaltend Bereitstellen eines Vorverstärkers mit variabler Verstärkung, welcher konfiguriert ist zum Empfangen und Verstärken der Ausgangssignale.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 24, ferner enthaltend Bereitstellen einer digitalen Filterschaltung, welche konfiguriert ist zum Entfernen einer Trägerfrequenz von den Ausgangssignalen.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 25, ferner enthaltend Bereitstellen eines Analog-zu-Digital-Konverters, der konfiguriert ist zum Konvertieren der Ausgangssignale von einer analogen Form in eine digitale Darstellung davon.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 26, ferner enthaltend Bereitstellen eines digitalen Signalprozessors, der konfiguriert ist zum Bereitstellen eines digitalen Ausgangssignals, das repräsentativ ist für eine Position der Welle.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 27, ferner enthaltend Bereitstellen eines digitalen Signalprozessors, der konfiguriert ist zum Bereitstellen eines digitalen Ausgangssignals, das repräsentativ ist für die Anzahl an Umdrehungen, die die Welle rotiert ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



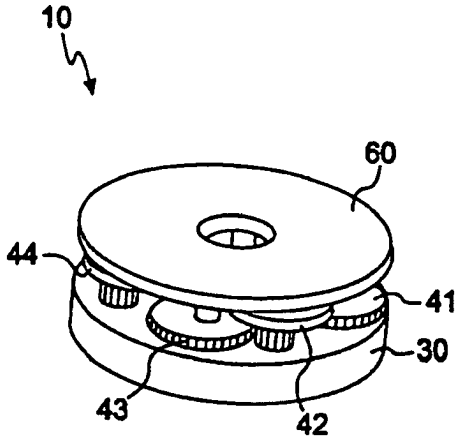


FIG. 1(a)

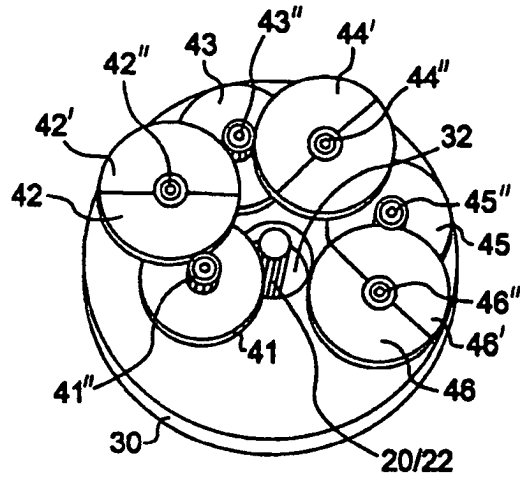


FIG. 1(b)

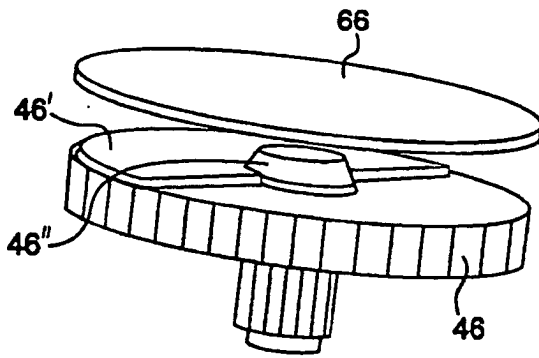


FIG. 2(a)

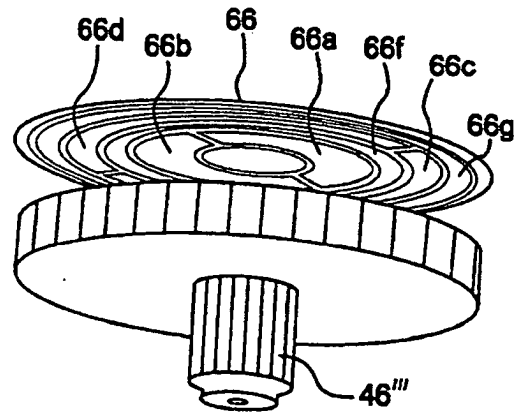


FIG. 2(b)

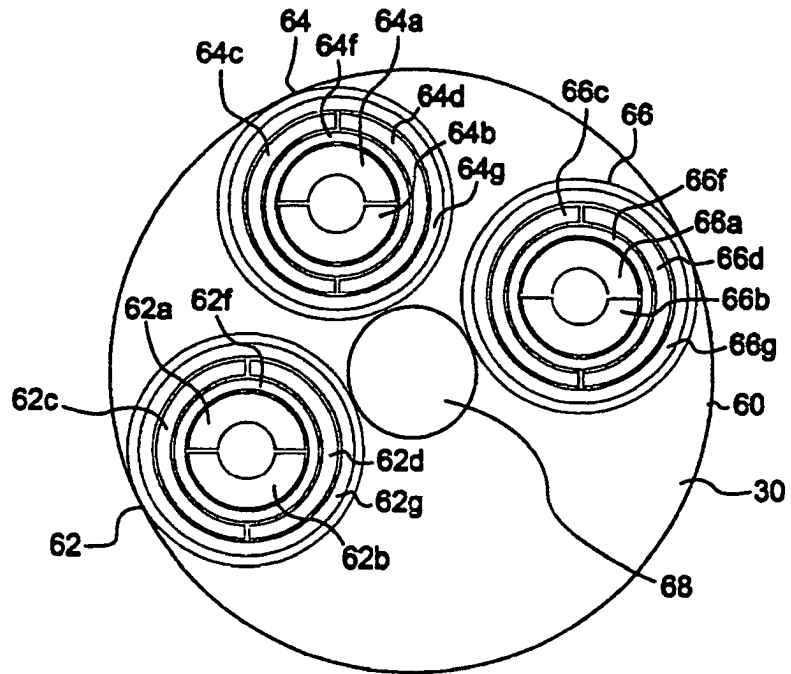


FIG. 3

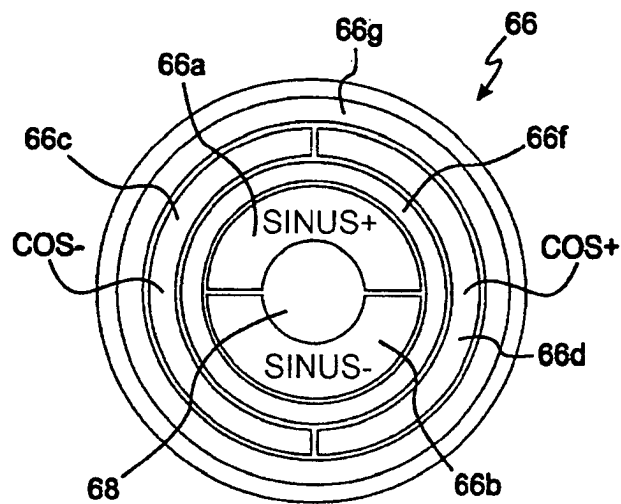


FIG. 4

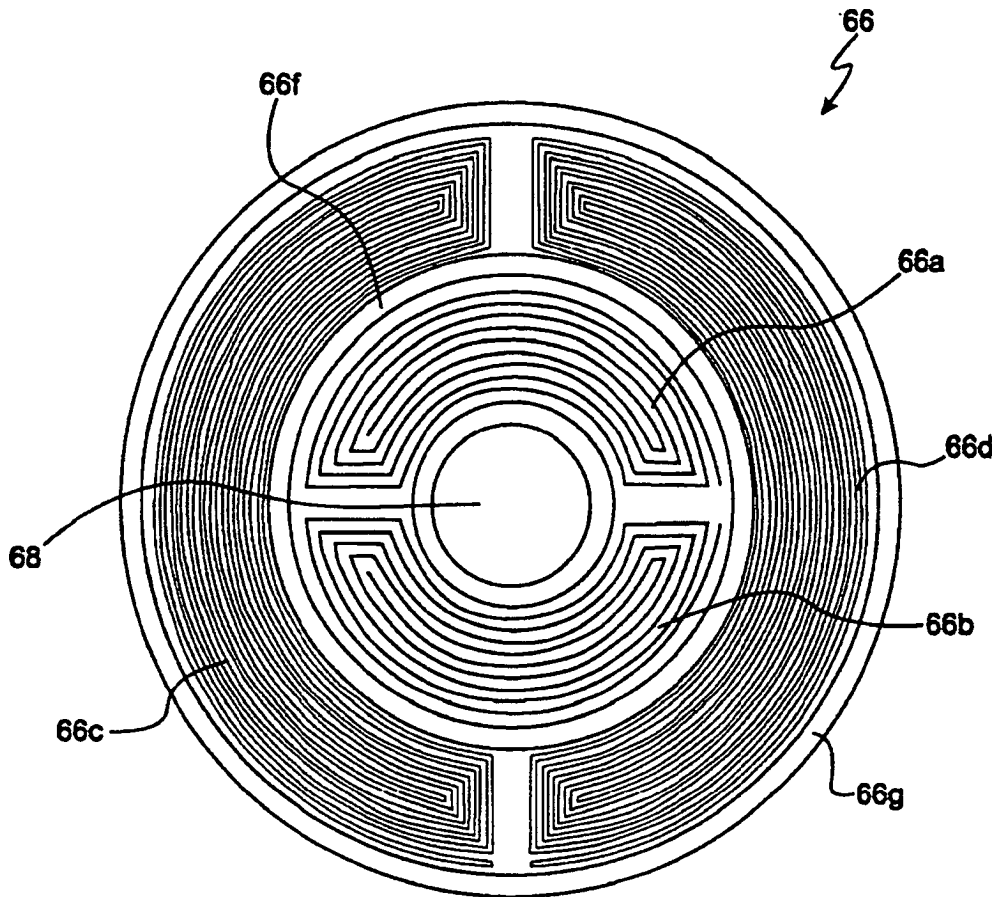
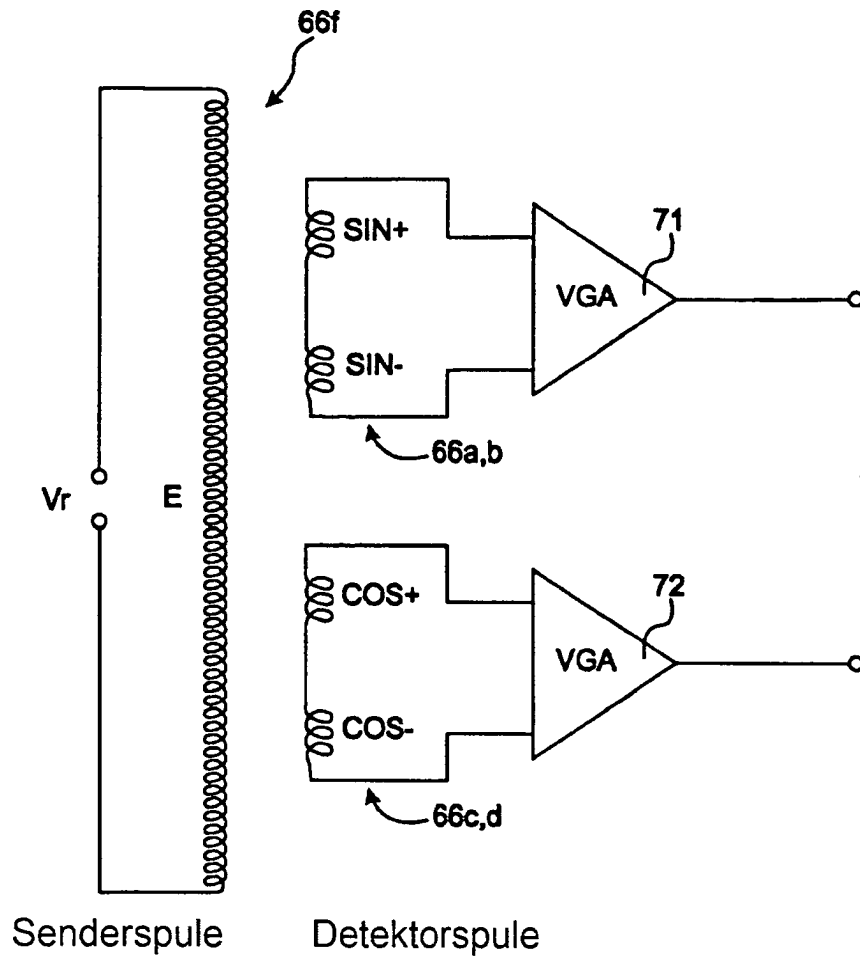


FIG. 5



VGA = Verstärker mit veränderbarer Verstärkung

FIG. 6

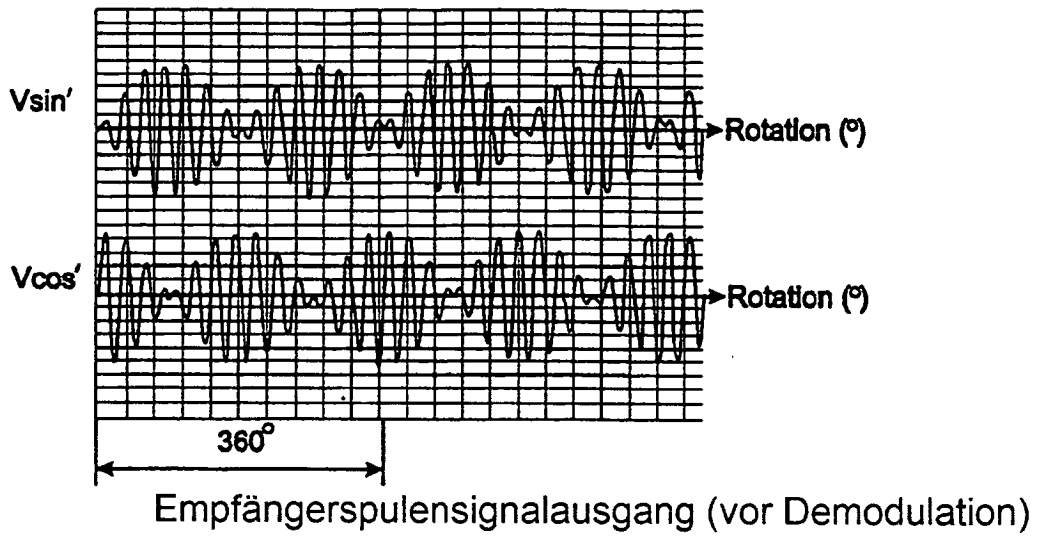


FIG. 7

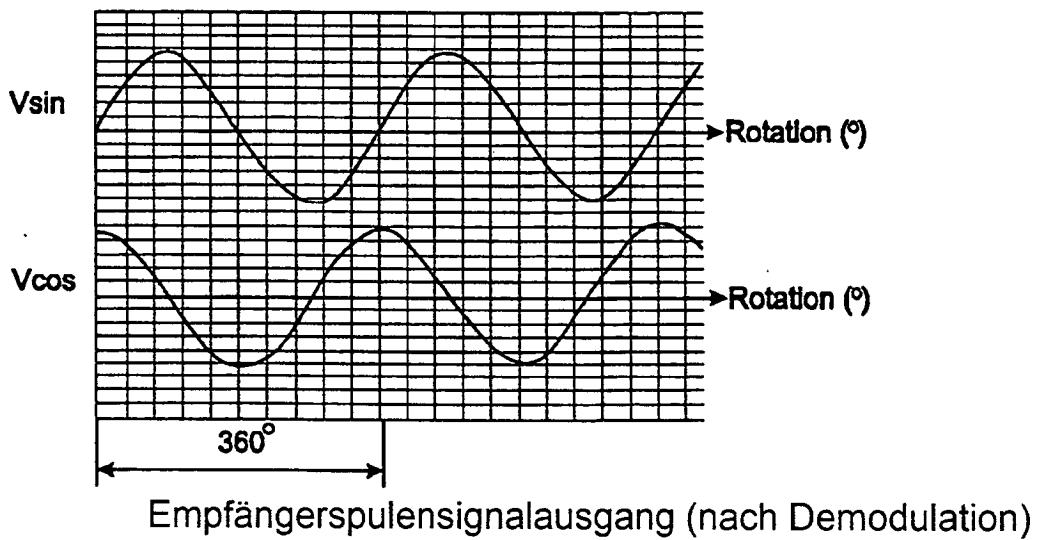


FIG. 8

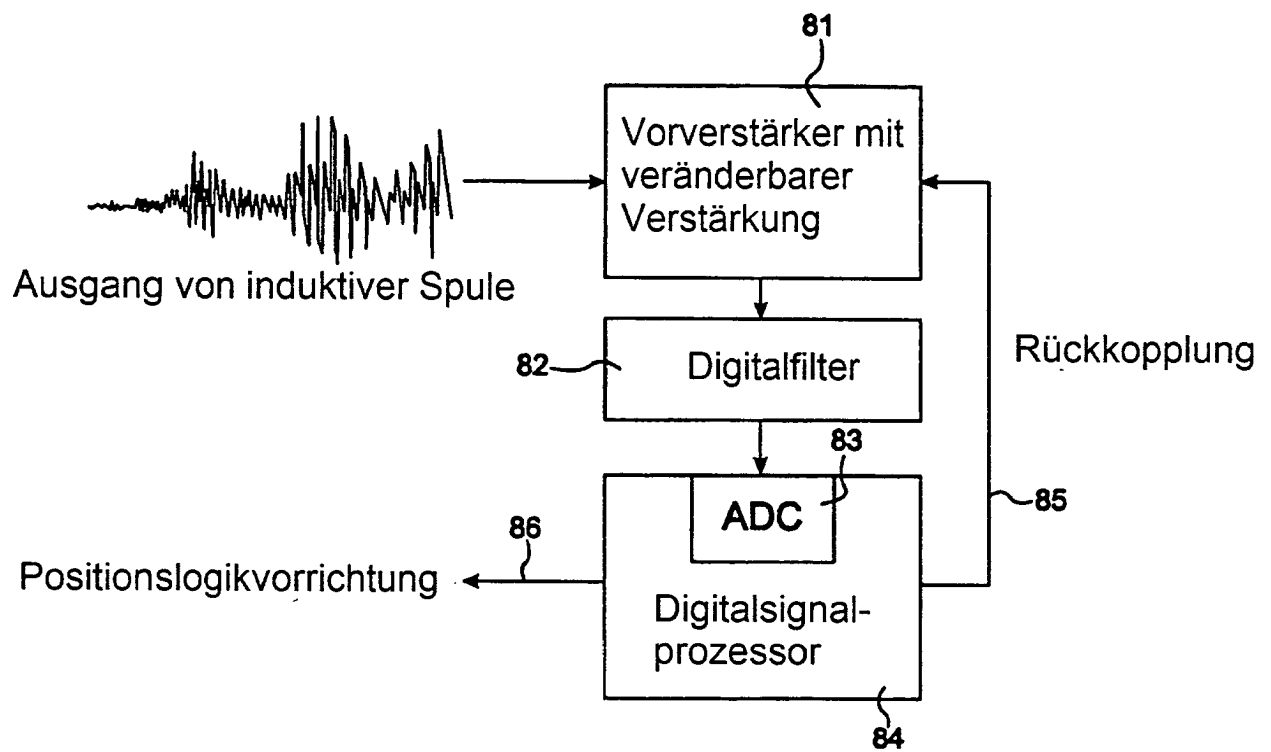


FIG. 9