



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 048 237 A1** 2005.06.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 048 237.3**

(22) Anmeldetag: **04.10.2004**

(43) Offenlegungstag: **30.06.2005**

(51) Int Cl.⁷: **G01B 11/26**

(30) Unionspriorität:

10/725,696 01.12.2003 US

(71) Anmelder:

**Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates
Delaware), Palo Alto, Calif., US**

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049
Pullach**

(72) Erfinder:

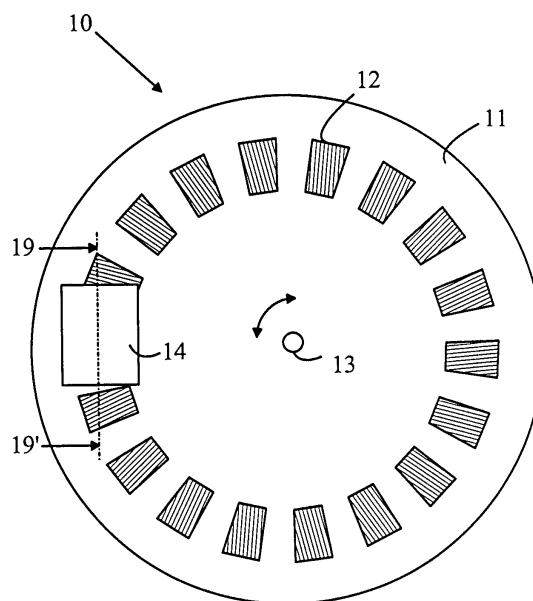
**Hataguchi, Toshiya, Hachiouji, Tokyo, JP; Chin,
Yee Loong, Lahat, Perak, MY; Fo, Kok Hing,
Butterworth, Penang, MY; Lakshmanan,
Srinivasan, Penang, MY; Chua, Lai Hing, Gelugor,
Penang, MY**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Codierer, der eine reflektierende zylindrische Oberfläche verwendet**

(57) Zusammenfassung: Ein Codierer zum Messen der Position einer Drehwelle ist offenbart. Der Codierer umfasst eine Trommel, die eine Codierspur auf derselben aufweist, und ein Detektormodul, das eine Lichtquelle und einen Photodetektor aufweist. Die Trommel umfasst eine zylindrische Oberfläche, gekennzeichnet durch eine Achse, wobei die Trommel eine Oberfläche mit einer Normalen senkrecht zu der Achse aufweist. Die Codierspur umfasst eine Mehrzahl von alternierenden reflektierenden und nicht-reflektierenden Streifen, die auf der zylindrischen Oberfläche angeordnet sind. Die erste Lichtquelle beleuchtet die Streifen in einem opaken Winkel relativ zu der Normalen. Der erste Photodetektor ist positioniert, um Licht von der Lichtquelle zu empfangen, das von den reflektierenden Streifen reflektiert wird, wenn sich die Trommel relativ zu dem Photodetektor bewegt. Bei einem Ausführungsbeispiel dreht sich die Trommel um die Achse, wenn sich die Welle dreht. Die Codierspur kann entweder auf der Innenseite oder der Außenseite der Trommel sein.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf optische Codierungsvorrichtungen.

Stand der Technik

[0002] Optische Wellencodierer werden verwendet, um die Positionsdrehung einer Welle zu messen. Ein optischer Codierer umfasst üblicherweise eine Lichtquelle, einen Codierstreifen, der an einer Platte befestigt ist, die sich mit der Welle bewegt und die das Licht aus der Lichtquelle moduliert, und eine Photodetektoranordnung, die das modulierte Lichtsignal in elektrische Signale umwandelt, die zum Bestimmen der Wellenposition verwendet werden.

[0003] Inkrementalcodierer erzeugen ein Signal, jedes Mal, wenn sich die Welle durch einen vorbestimmten Winkel bewegt. Wenn die Photodetektoranordnung zwei Photodetektoren umfasst, die voneinander versetzt sind, kann sowohl die Richtung als auch die Größe der Wellenbewegung aus den Signalen bestimmt werden, die durch diese Photodetektoren erzeugt werden. Eine Mehrzahl von Inkrementalcodierern, die an diesen unterschiedlichen „Spuren“ an dem Codierstreifen arbeiten, können verwendet werden, um einen Absolut-Codierer aufzubauen, der ein Signal erzeugt, das die Position der Welle relativ zu einem vorbestimmten festen Referenzpunkt anzeigt.

[0004] Die Codierstreifen, die in beiden Typen von Codierern verwendet werden, können in zwei wesentliche Typen unterteilt werden. Bei dem ersten Typ besteht der Codierstreifen aus alternierenden opaken und transparenten Streifen, und die Lichtquelle und das Detektorarray sind auf gegenüberliegenden Seiten des Codierstreifens. Bei dem zweiten Typ besteht der Codierstreifen aus alternierenden nichtreflektierenden Streifen und reflektierenden Streifen, und die Lichtquelle und das Detektorarray sind auf der selben Seite des Codierstreifens.

[0005] Codierer des zweiten Typs sind im Wesentlichen weniger teuer als Codierer des ersten Typs, da die Lichtquelle und das Detektorarray in eine einzelne vorgepackte Anordnung kombiniert werden können. Ein solcher Codiererentwurf wird gelehrt in dem U.S.-Patent 5,317,149. Dieser Entwurf verwendet zwei Linsen zusätzlich zu der Lichtquelle und dem Detektorarray. Die erste Linse wird verwendet, um einen Lichtstrahl zu erzeugen, der von dem Codestreifen reflektiert wird. Die zweite Linse bildet den Codestreifen auf das Photodetektorarray ab. Die Kosten der zweiten Linse erhöhen die Kosten des Codierers.

[0006] Zusätzlich dazu ist ein einzelnes Codiermodul, das angemessen für einen breiten Bereich von Codierlösungen funktioniert, schwierig unter

Verwendung dieses Entwurfs zu erreichen. Der Codierstreifen wird üblicherweise aufgebaut durch Platzieren der Streifenstruktur auf einer Platte, die sich mit der Welle dreht. Die gewünschte Auflösung stellt das Muster von Streifen auf dem Codierstreifen ein. Das Bild eines Codestreifens auf den Photodioden ist eine Reihe von hellen und dunklen Streifen, die eine Breite aufweisen, die mit der Größe der aktiven Region auf den Photodioden übereinstimmen muss. Zum Beispiel, in dem Fall eines Zwei-Photodioden-Arrays, das zum Bestimmen von sowohl der Richtung der Bewegung und des Betrags der Bewegung verwendet wird, weisen die Streifen in dem Codestreifenbild Idealerweise eine Breite auf, die zwei Mal die Breite des aktiven Bereichs auf der Photodiode ist. Da die Abmessungen der Photodioden in dem Herstellungsprozess eingestellt werden und nicht ohne weiteres verändert werden, muss eine Fehlanpassung bei den Abmessungen der Streifen berücksichtigt werden, durch Ändern der Vergrößerung, die durch die zweite Linse geliefert wird, wie oben erörtert wurde. Wenn sich die Auflösung ändert, kann sich der Vergrößerungsfaktor ebenfalls ändern. Somit ist ein einzelner Entwurf, bei dem die erste und die zweite Linse feste Brennweiten aufweisen, häufig unmöglich zu erreichen.

[0007] Bei diesem Typ eines bekannten Entwurfs ist die Form jedes Streifens in der Codestreifenstruktur ein Trapez. Die Streifen müssen um eine Platte angeordnet sein, die sich mit der Welle dreht. Somit deckt jeder Streifen einen Bereich ab, der durch zwei Radien auf der Platte und die Winkelauflösung des Codierers definiert ist. Wenn die Photodetektoren aktive Bereiche aufweisen, die Rechtecke sind, liegt eine Formfehlanpassung vor, die das Signal-zu-Rauschen-Verhältnis in dem Codierer reduziert. Somit sind trapezförmige Photodetektoren erforderlich. Dies erhöht ferner die Kosten des Codierers, da spezialisierte Photodetektoren verwendet werden müssen.

Aufgabenstellung

[0008] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Codierer mit verbesserten Charakteristika zu schaffen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch einen Codierer gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0010] Die vorliegende Erfindung umfasst einen Codierer zum Messen der Position einer Drehwelle. Der Codierer umfasst eine Trommel, die eine Codierspur auf derselben aufweist, und ein Detektormodul, das eine Lichtquelle und einen Photodetektor aufweist. Die Trommel umfasst eine zylindrische Oberfläche, die durch eine Achse gekennzeichnet ist, wobei die Trommel eine Oberfläche mit einer Normalen senkrecht zu der Achse aufweist. Die Codierspur umfasst

eine Mehrzahl von alternierenden reflektierenden und nichtreflektierenden Streifen, die auf der zylindrischen Oberfläche angeordnet sind. Die erste Lichtquelle beleuchtet die Streifen in einem opaken Winkel relativ zu der Normalen. Der erste Photodetektor ist positioniert, um Licht von der Lichtquelle zu empfangen, das von den reflektierenden Streifen reflektiert wird, wenn sich die Trommel relativ zu dem Photodetektor bewegt. Bei einem Ausführungsbeispiel dreht sich die Trommel um die Achse, wenn sich die Welle dreht. Die Codierspur kann entweder an der Innenseite oder der Außenseite der Trommel sein. Ein Absolutcodierer kann aufgebaut werden durch Einschließen einer Mehrzahl von Codierspuren, in denen die Streifen Breiten aufweisen, die von Spur zu Spur variieren.

Ausführungsbeispiel

[0011] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0012] [Fig. 1](#) eine Draufsicht eines bekannten Codierers, der die Position einer Welle codiert;

[0013] [Fig. 2](#) eine Querschnittansicht des Codierers, der in [Fig. 1](#) durch Linie 19-19' gezeigt ist;

[0014] [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht eines Codierers gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0015] [Fig. 4](#) eine Querschnittansicht eines Abschnitts des Codierers, der in [Fig. 3](#) durch Linie 24-24' gezeigt ist;

[0016] [Fig. 5](#) die relevanten Distanzen in dem Codierer, der in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigt ist;

[0017] [Fig. 6](#) eine perspektivische Ansicht eines anderen Ausführungsbeispiels eines Codierers gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem die Codierstreifen an der Innenseite der Trommeloberfläche sind;

[0018] [Fig. 7](#) eine Seitenansicht des Codierers, der in [Fig. 6](#) gezeigt ist; und

[0019] [Fig. 8](#) eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts eines Absolutcodierers gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0020] Die Art und Weise, auf die die vorliegende Erfindung ihre Vorteile schafft, sind einfacher verständlich Bezug nehmend auf [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#), die einen bekannten Codierer zum Codieren der Position einer Welle **13** darstellen. [Fig. 1](#) ist eine Draufsicht eines Codierers **10** und [Fig. 2](#) ist eine Querschnittan-

sicht eines Codierers **10** durch die Linie 19-19'. Der Codierer **10** ist aus einer reflektierenden Platte **11** aufgebaut, die trapezförmige nicht-reflektierende Bereiche **12** aufweist, die die Platte in eine Mehrzahl von reflektierenden und nicht-reflektierenden Bereichen unterteilen. Ein Detektormodul **14** umfasst eine Lichtquelle **15** und ein Detektorarray **16** zum Erzeugen von Signalen, die die Bewegung der Platte **11** anzeigen. Die Winkelauflösung des Codierers **10** wird bestimmt durch die Anzahl von reflektierenden und nicht-reflektierenden Bereichen. Somit, um die Auflösung des Codierers zu erhöhen, muss die Anzahl von Bereichen erhöht werden. Wenn der Radius der Platte **11** nicht erhöht wird, muss die Größe jedes Bereichs verringert werden. Eine solche Verringerung führt ferner zu einer Verringerung des Lichtbetrags, der für eine Erfassung der Differenzen zwischen den reflektierenden und nicht-reflektierenden Bereichen verfügbar ist. Somit, wenn die Auflösung erhöht wird, wird das Signal-zu-Rauschen-Verhältnis verringert.

[0021] Wie oben erwähnt wurde, umfasst das Detektorarray **16** üblicherweise eine Linse, die die Größe des Bildes jedes Streifens auf der Oberfläche des Detektorarrays einstellt. Wenn sich die Auflösung ändert, muss sich entweder die Vergrößerung dieses Bilderzeugungssystems ändern oder der aktive Bereich der Photodioden muss verändert werden. In jedem Fall ist es schwierig, ein Detektorarray bereitzustellen, das mit einem breiten Bereich von Auflösungen verwendet werden kann.

[0022] Die vorliegende Erfindung vermeidet diese Probleme durch Verwenden einer reflektierenden Trommel für die Codierungsoberfläche. Es wird nun Bezug auf [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) genommen, die einen Codierer **20** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellen. [Fig. 3](#) ist eine perspektivische Ansicht des Codierers **20** und [Fig. 4](#) ist eine Querschnittansicht eines Abschnitts des Codierers **20** durch Linie 24-24'. Die Funktion des Codierstreifens wird durch die nicht-reflektierenden Bereiche bereitgestellt, gezeigt bei **23**, die die Oberfläche der Trommel in reflektierende und nicht-reflektierende Regionen unterteilen. Die reflektierenden und nicht-reflektierenden Regionen sind vorzugsweise in ihrer Form rechteckig. Die Achse **21** der Trommel **22** kann mit der Achse der Welle zusammenfallen, deren Position codiert ist oder die mit der Welle durch einen geeigneten Kopplungsmechanismus gekoppelt ist. Ein Detektormodul **25** umfasst eine Lichtquelle **26** und einen oder mehrere Photodetektoren **27**.

[0023] Es wird nun Bezug auf [Fig. 5](#) genommen, die die relevanten Distanzen in dem Codierer **20** darstellt. Zu Zwecken dieser Erörterung sei angenommen, dass die Trommel **22** durch eine nicht-parallelgerichtete Quelle **26** beleuchtet wird, die eine Distanz **S** entfernt von der Trommel **22** angeordnet ist. Es sei ebenfalls angenommen, dass das Licht aus der Licht-

quelle die Oberfläche der Trommel in einem Winkel relativ zu der Normalen zu der Oberfläche trifft. In diesem Fall bildet die konvexe Oberfläche der Trommel ein virtuelles Bild der Lichtquelle **26** bei **31**. Wenn die Breite des Reflektionsbereichs durch h bezeichnet wird, ist die sichtbare Breite des reflektierenden Bereichs an dem Photodetektor h' , und somit werden die Codierstreifen vergrößert. Der Betrag der Vergrößerung ist ungefähr gegeben durch $M = 1 + D (|f|^{-1} + S^{-1})$. Hier ist D die Distanz von der Trommel zu dem Photodetektor und f ist die Brennweite der konvexen Spiegeloberfläche. Es sollte darauf hingewiesen werden, dass f positiv für einen konkaven Spiegel und negativ für einen konvexen Spiegel ist, wie z. B. den, der in [Fig. 5](#) gezeigt ist. Somit kann durch Abändern von D und S die Vergrößerung geändert werden. Wenn der Photodetektor und die Lichtquelle in dem selben Modul sind, ermöglicht ein Abändern der Distanz des Moduls von der Oberfläche, dass die Vergrößerung eingestellt wird, um mit den Codestreifenbreiten auf der Trommel übereinzustimmen. Zum Beispiel, wenn $D = S$, dann ist die Vergrößerung $2 + D/|f|$.

[0024] Das oben beschriebene Ausführungsbeispiel verwendet eine nicht-parallelgerichtete Lichtquelle. Wenn die Lichtquelle parallel gerichtet ist, ist S unendlich. In diesem Fall gilt, $M = 1 + D/|f|$.

[0025] Wie aus der nachfolgenden Erörterung hervorgeht, vermeidet die vorliegende Erfindung die Einschränkungen, die bei Entwürfen eigen sind, die eine Bilderzeugungslinse benötigen. Durch Einstellen der Distanz zwischen der Trommel und den Photodetektoren können unterschiedliche Codierstreifenauflösungen mit dem selben Detektormodul eingestellt werden, ohne die Optik dieses Moduls zu ändern. Dementsprechend kann ein einzelner Detektormodulentwurf für einen Bereich von Codierern verwendet werden.

[0026] Zusätzlich dazu kann ein Codierer gemäß der vorliegenden Erfindung eine höhere Auflösung liefern als ein bekannter Codierer, der auf einem Codestreifen basiert, der an einer Platte befestigt ist, die den selben Radius aufweist wie die Trommel. Der effektive Radius, bei dem die Codestreifen in einem platten-basierten Codierer platziert sind, wie z. B. dem, der in [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist geringer als der Radius der Platte selbst. Zusätzlich dazu liegt eine minimale Breite für die Streifen vor, die durch den Lichtbetrag bestimmt wird, der von den reflektierenden Streifen reflektiert wird. Der Lichtbetrag, der von einem Streifen reflektiert wird, ist proportional zu dem Bereich des Streifens. Die Anzahl von Streifen ist proportional zu dem effektiven Radius geteilt durch die Streifenbreite. Wenn versucht wird, den Bereich zu vergrößern, durch Verwenden von längeren Streifen in einem platten-basierten Entwurf, wird der effektive Radius der Spur mit den Streifen verringert. Fer-

ner ist die maximale Länge eines Streifens in einem platten-basierten Entwurf auf den Radius der Platte beschränkt. Im Gegensatz dazu ist der Radius, in dem die Codestreifen in einem platten-basierten Entwurf platziert sind, der volle Radius der Trommel. Zusätzlich dazu kann der Bereich der Streifen erhöht werden, durch Verwenden einer längeren Trommel, ohne die Breite der Streifen zu ändern. Somit kann der trommel-basierte Entwurf eine wesentlich größere Auflösung liefern.

[0027] Bei den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wurden die Codierstreifen auf der äußere Oberfläche einer Trommel platziert, die sich ansprechend auf das Drehen der Welle drehte, und das Detektormodul wurde an einer Stütze befestigt, die stationär blieb, als die Welle gedreht wurde. Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung, bei denen die Codierstreifen an der Innenseite einer reflektierenden Trommel platziert sind, können jedoch ebenfalls verwendet werden. Es wird nun Bezug auf [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) genommen, die ein Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellen, bei dem die Codierstreifen auf der Innenseite der Trommeloberfläche sind. [Fig. 6](#) ist eine perspektivische Ansicht eines Codierers **30** und [Fig. 7](#) ist eine Seitenansicht des Codierers **30**. Der Codierer **30** umfasst eine Trommel **31**, die eine reflektierende Innenoberfläche aufweist, auf der nicht-reflektierende Streifen **32** platziert sind, um eine Reihe von alternierenden reflektierenden und nicht-reflektierenden Codierstreifen zu bilden. Die Streifen werden durch eine Lichtquelle in einem Detektormodul **33** beleuchtet. Das Detektormodul **33** umfasst ferner einen oder mehrere Photodetektoren zum Erfassen von Licht, das von den Codierstreifen reflektiert wird. Die Trommel **31** ist vorzugsweise mit einer Welle **34** gekoppelt, die eine Achse aufweist, die mit der Achse der Trommel **31** derart zusammenfällt, dass sich die Trommel **31** dreht, wenn sich die Welle **34** dreht. Das Detektormodul **33** ist an einer Oberfläche **35** befestigt, die stationär bleibt, wenn sich die Trommel **31** dreht. Bei einem Ausführungsbeispiel bildet die Oberfläche **35** eine Abdeckung, die das Ende der Trommel **31** abdeckt, das nicht an die Welle **34** angebracht ist. Die Abdeckung ist von der Trommel **31** ausreichend versetzt, um zu ermöglichen, dass sich die Trommel dreht, während die Abdeckung stationär bleibt. Wenn der Zwischenraum zwischen der Abdeckung und der Trommel ausreichend klein ist, sind das Detektormodul **33** und die Innenoberfläche der Trommel **31** effektiv eingeschlossen und von der Außenumgebung isoliert und somit vor Schmutz in dieser Umgebung geschützt.

[0028] Das oben beschriebene Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwendet ein Detektormodul, das stationär bleibt, während sich die Trommel um ihre Achse dreht. Dies ist das bevorzugte Ausführungsbeispiel, da die Leistungs- und Sig-

nal-Verbindungen mit den Komponenten in dem Detektormodul keine Bewegung berücksichtigen müssen. Es können jedoch Ausführungsbeispiele aufgebaut werden, bei denen sich das Detektormodul um die Achse der Trommel dreht, während die Trommel fest bleibt.

[0029] Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung wurden im Hinblick auf eine reflektierende Oberfläche beschrieben, bei der nicht-reflektierende Streifen aufgebracht wurden. Das Muster der alternierend reflektierenden und nicht-reflektierenden Streifen kann jedoch durch einen beliebigen Mechanismus erzeugt werden, der zu dem gewünschten Muster aus Streifen führt.

[0030] Das oben beschriebene Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwendet einen einzelnen Codestreifen. Solche Ausführungsbeispiele liefern die Funktionalität eines Inkrementalcodierers. Die vorliegende Erfindung kann jedoch verwendet werden, um Absolutcodierer aufzubauen. Ein Absolutcodierer liefert ein Auslesen der Position der Welle relativ zu einer vorbestimmten Position. Zum Beispiel liefert ein Absolut-Wellen-Codierer ein Auslesen der Anzahl der Grade, die die Welle gedreht werden müsste, um zu einer vorbestimmten Startposition zurückzukehren.

[0031] Es wird nun Bezug auf [Fig. 8](#) genommen, die eine perspektivische Ansicht eines Abschnitts eines Absolutcodierers **40** gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist. Im Allgemeinen, wenn die Vorrichtung ein N-Bit-Auslesen der Position liefert, liegen N separate Codestreifen vor, einer pro Bit. Es liegen ferner N separate Detektormodule vor, eines pro Spur. Zwei solche Spuren sind in [Fig. 8](#) bei **42** und **43** gezeigt. Die Spuren sind an der Oberfläche einer zylindrischen Trommel **41** auf eine Weise analog zu der, die oben beschrieben wurde, und die Detektoren **47** und **48** sind angeordnet, um fest relativ zu der beweglichen Trommel zu bleiben. Jeder Detektor weist eine Lichtquelle und einen Photodetektor auf, die auf eine Weise analog zu der arbeiten, die oben beschrieben wurde. Jeder Detektor liefert ein Signal, wenn einer der zugeordneten Codierstreifen den Detektor passiert. Bei einem Binärcodierer mit N Bits ist die Breite der Streifen auf der k^{ten} Spur zwei Mal die Breite der Streifen auf der $(k - 1)^{\text{ten}}$ Spur. Das heißt, Streifen **45** ist zwei Mal die Breite von Streifen **44** in der benachbarten Spur. Die Spuren sind miteinander derart ausgerichtet, dass das Auslesen des Detektormoduls das k^{te} Bit einer N-Bit-Binärzahl liefert, die die Position der Welle relativ zu der festen Referenzposition darstellt.

[0032] Verschiedene Modifikationen der vorliegenden Erfindung werden für Fachleute auf dem Gebiet aus der vorangehenden Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen offensichtlich. Dementspre-

chend ist die vorliegende Erfindung nur durch den Schutzbereich der nachfolgenden Ansprüche eingeschränkt.

Patentansprüche

1. Codierer (**10**; **20**; **30**; **40**), der folgende Merkmale aufweist:
eine Trommel (**22**; **31**; **41**), die eine zylindrische Oberfläche aufweist, gekennzeichnet durch eine Achse (**21**), wobei die Trommel eine Oberfläche mit einer Normalen senkrecht zu der Achse aufweist;
eine erste Spur (**42**), die eine Mehrzahl von alternierenden reflektierenden und nicht-reflektierenden Streifen aufweist, die auf der zylindrischen Oberfläche angeordnet sind;
eine erste Lichtquelle (**15**) zum Beleuchten der Streifen in einem opaken Winkel relativ zu der Normalen; und
einen ersten Photodetektor (**27**), der positioniert ist, um Licht von der Lichtquelle zu empfangen, das von den reflektierenden Streifen reflektiert wird, wenn sich die Trommel relativ zu dem Photodetektor bewegt, wobei die reflektierenden Streifen ein Bild der Lichtquelle auf dem ersten Photodetektor erzeugen.

2. Codierer gemäß Anspruch 1, bei dem die Lichtquelle einen parallelgerichteten Lichtstrahl emittiert;

3. Codierer gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem sich die Trommel um die Achse dreht, wenn eine Welle gedreht wird.

4. Codierer gemäß Anspruch 3, bei dem die Welle mit der Achse zusammenfällt.

5. Codierer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die zylindrische Oberfläche zwischen der Spur und der Achse liegt.

6. Codierer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Spur zwischen der zylindrischen Oberfläche und der Achse liegt.

7. Codierer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, der ferner folgende Merkmale aufweist:
eine zweite Spur (**43**), die eine Mehrzahl von alternierenden reflektierenden und nicht-reflektierenden Streifen aufweist, die auf der zylindrischen Oberfläche angeordnet sind;
eine zweite Lichtquelle (**26**) zum Beleuchten der Streifen in einem opaken Winkel relativ zu der Normalen; und
einen zweiten Photodetektor (**27**), der positioniert ist, um Licht von der Lichtquelle zu empfangen, das von den reflektierenden Streifen reflektiert wird, wobei sich die Trommel relativ zu dem Photodetektor bewegt.

8. Codierer gemäß Anspruch 7, bei dem die reflektierenden Streifen der zweiten Spur Breiten aufweisen, die sich von den reflektierenden Streifen der ersten Spur unterscheiden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

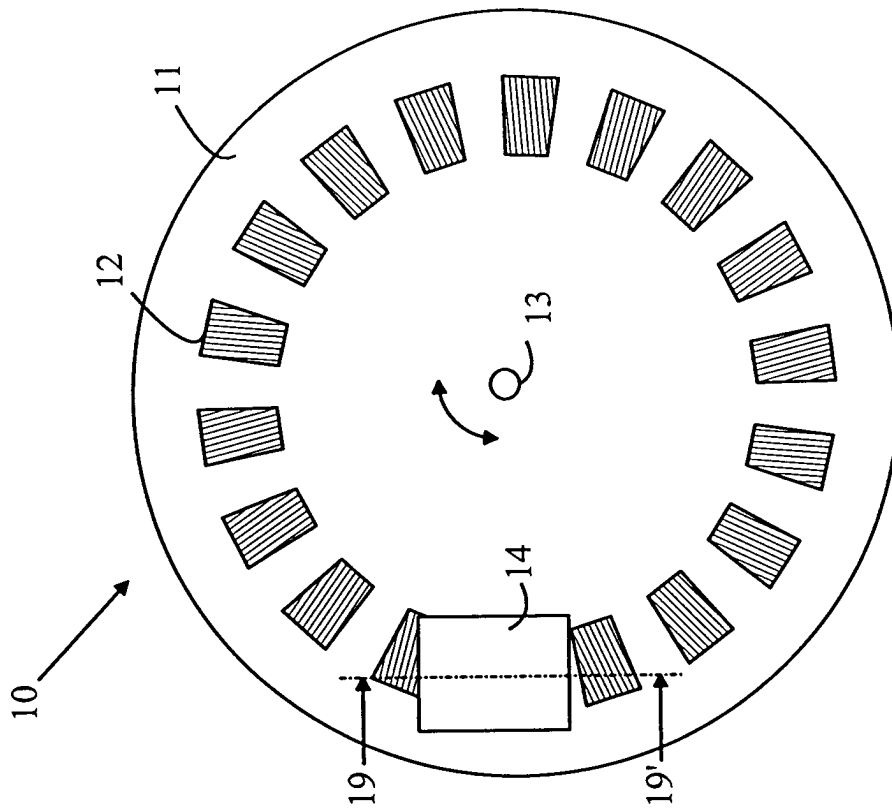


FIGURE 1

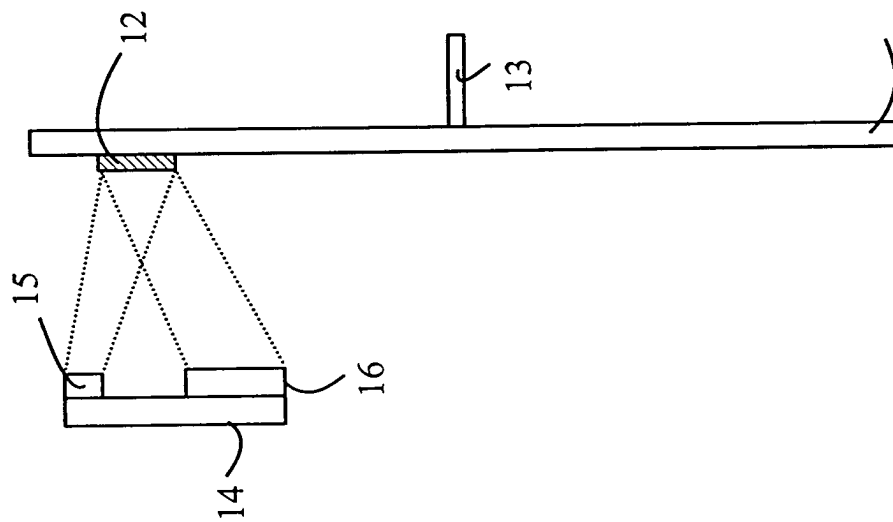


FIGURE 2

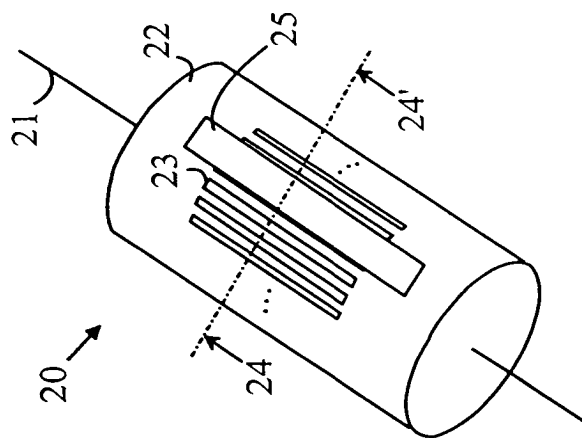


FIGURE 3

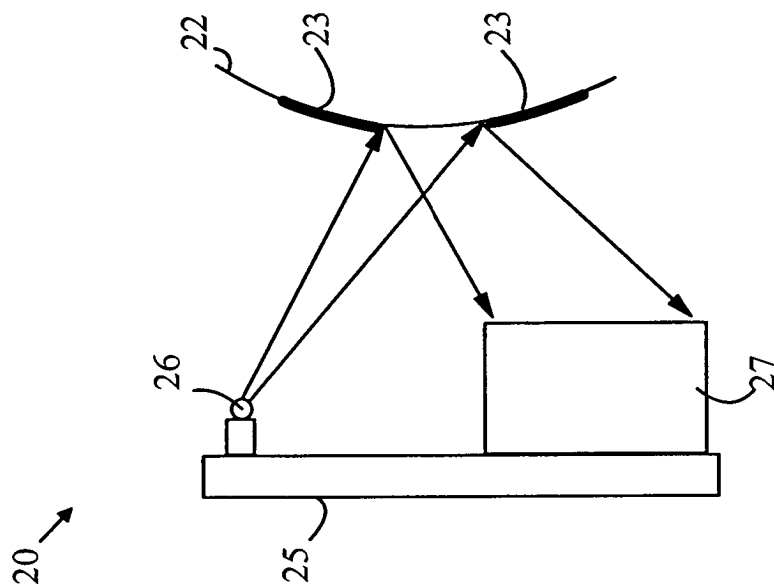
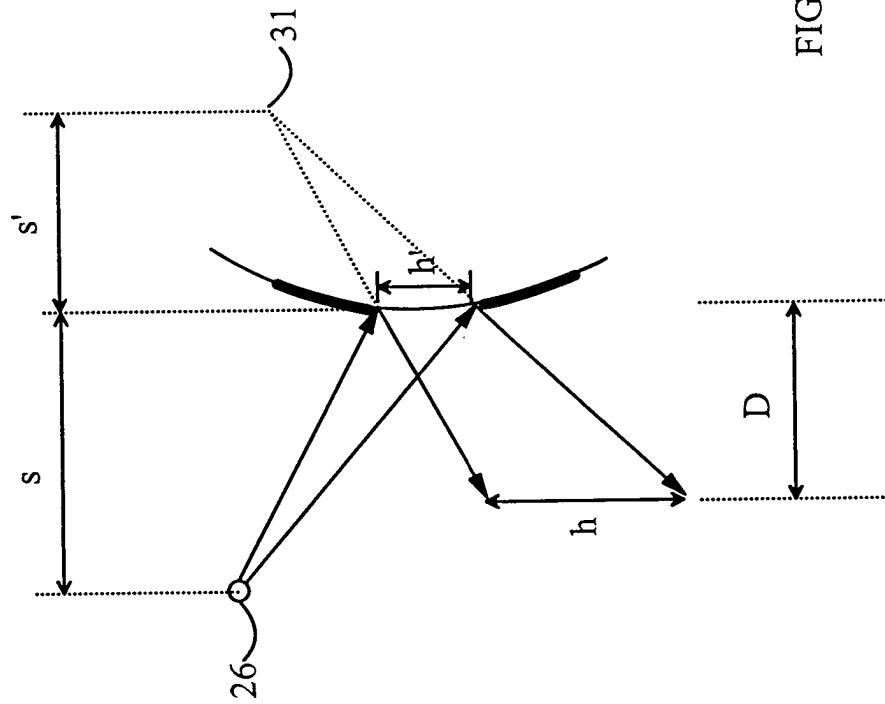


FIGURE 4



FIGUR 5

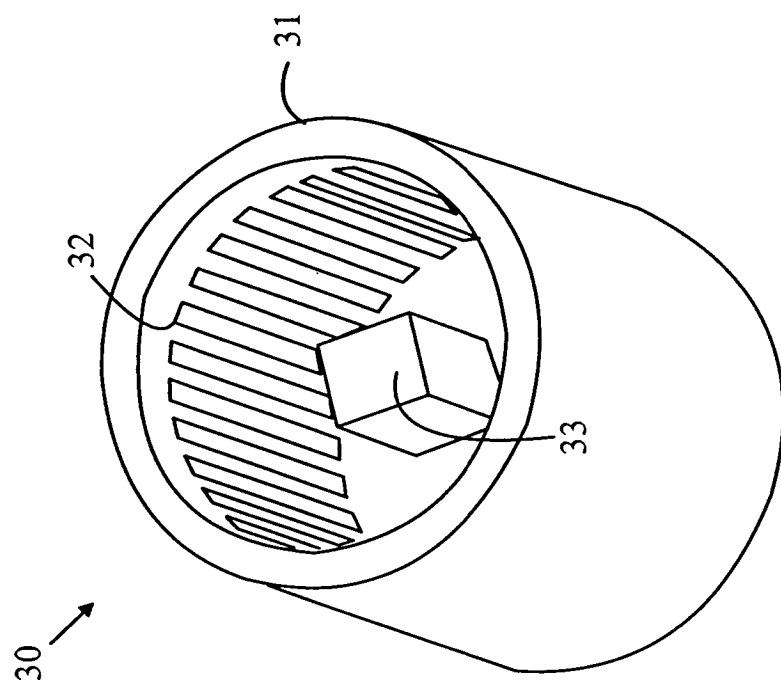


FIGURE 6

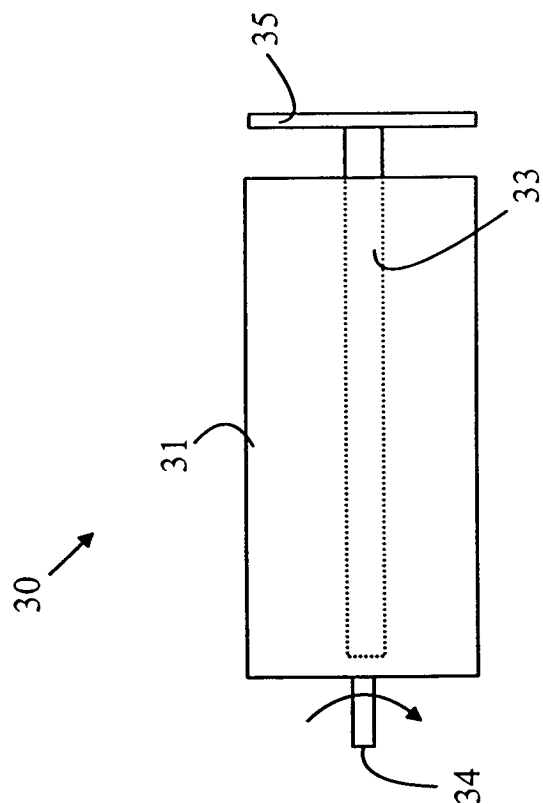


FIGURE 7

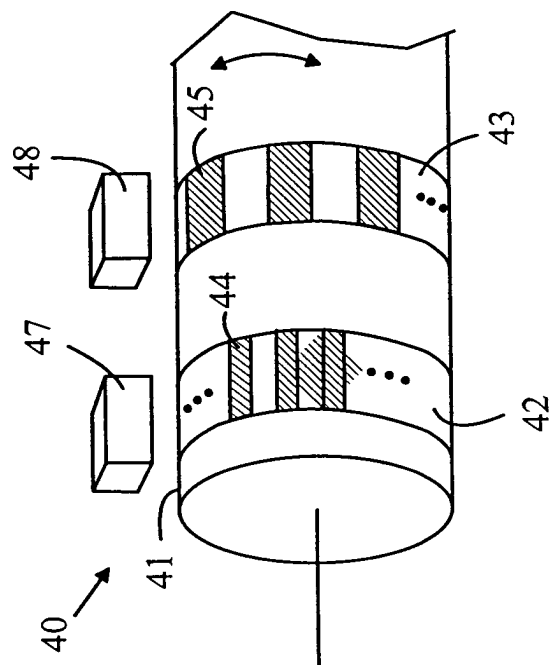


FIGURE 8