



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 659 889 A5

⑤① Int. Cl.⁴: G 01 B 7/30

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 1167/83

㉔ Anmeldungsdatum: 03.03.1983

㉔ Patent erteilt: 27.02.1987

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 27.02.1987

㉗ Inhaber:
Wild Heerbrugg AG, Heerbrugg

㉗ Erfinder:
Stössel, Hans R., Rebstein

㉗ Vertreter:
Dr. A. R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

⑤④ **Vorrichtung zur digitalen Winkelmessung.**

⑤⑦ Bei einer Vorrichtung zur digitalen Messung eines Winkels, dessen Schenkel durch zwei um eine Achse gegeneinander drehbare Teile, einen Stator und einen Rotor definiert sind, mittels eines mit konstanter Winkelgeschwindigkeit um dieselbe Achse rotierenden geteilten Kreises, ist die Marke durch eine Störung der Strichbreite realisiert. Die eine Kante aller Teilstriche stellt nach wie vor eine über den ganzen Kreis ungestörte äquidistante Teilung dar, die zur Phasenmessung dient. Die Markenstörung besteht nur in einer Verschiebung der anderen Kante. Vorzugsweise werden N äquidistante Marken angebracht, wobei N eine Zweierpotenz ist.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur digitalen Messung eines Winkels, dessen Schenkel durch zwei um eine Achse gegeneinander drehbare Teile, nämlich einen Stator und einen Rotor, definiert sind, mittels eines mit konstanter Winkelgeschwindigkeit um dieselbe Achse rotierbaren geteilten Kreises, dessen Teilung durch wenigstens einen statorfesten und rotorfesten Geber abtastbar ist, wodurch wenigstens ein Wechselspannungssignalpaar gewonnen werden kann, bei dem die Phasendifferenz zwischen den Einzelsignalen sich um 2π ändert, wenn der Rotor gegenüber dem Stator um ein Teilungsintervall bewegt wird, wobei die Teilung wenigstens eine Marke aufweist, deren Form von der Form der Mehrheit der Marken dieser Teilung abweicht, so dass sich aus der Zeit zwischen dem Durchgang einer Marke an einem statorfesten und einem rotorfesten Geber die Anzahl der im zu messenden Winkel enthaltenen ganzen Teilungsintervalle ermitteln lässt, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Kanten der Teilstriche über den ganzen Kreis aequidistant sind und dass die Verformung in einer Verschiebung der anderen Kante der Teilstriche besteht.

2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Kanten der Teilstriche jene Kanten sind, welche die bei gegebener Drehrichtung des Kreises ansteigenden Signalfanken erzeugen.

3. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite des regulären Teilstriches etwa $\frac{2}{3}$ des Teilungsintervalles beträgt, während der verformte Teilstrich aus einem Strich besteht, der nur etwa $\frac{1}{3}$ Intervall breit ist.

4. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass 2^n Marken aequidistant auf dem Kreis angeordnet sind, wobei jede Marke aus $n+1$ aufeinanderfolgenden Teilstrichen besteht, deren erster Teilstrich immer verformt ist, während die Zustände der n folgenden Teilstriche eine binäre Codierung der Marke darstellen.

5. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass $2n$ Marken aequidistant auf dem Kreis angeordnet sind, von denen jede aus zwei Strichen besteht, deren erster immer verformt ist, während der Zustand des zweiten ein Codebit darstellt und so gewählt ist, dass die Codebits aller Marken einen zyklischen Code bilden und somit n aufeinanderfolgende Codebits eine eindeutige Kennzeichnung der absoluten Lage auf dem Kreis darstellen.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Die Messung einer Phasendifferenz mit dieser Vorrichtung ergibt eine Interpolation des Teilungsintervalles (Feinmessung), während die im zu messenden Winkel enthaltene Anzahl ganze Teilungsintervalle noch unbekannt ist.

Bekannt sind Ausführungen, bei denen der Kreis neben der Teilung noch eine einzelne Marke (Nullmarke) aufweist, welche durch je einen zusätzlichen statorfesten und rotorfesten Geber abgetastet wird. Die noch unbekannte Anzahl ganzer Intervalle (Grobmessung) erhält man, indem zwischen aufeinanderfolgenden Durchgängen der Nullmarke am statorfesten und rotorfesten Markengeber die Signalperioden eines Teilungsgebers gezählt werden.

Ferner sind Lösungen bekannt, bei denen die Nullmarke in die Teilung integriert und durch Auslassen eines Teilstriches realisiert ist. Dadurch spart man die zusätzlichen

Markengeber ein. Dagegen muss zusätzlicher Aufwand getrieben werden, um für die Feinmessung die fehlende Signalperiode zu rekonstruieren.

Für die Grobmessung muss die Nullmarke am statorfesten und rotorfesten Geber je einmal erscheinen. Das erfordert eine Beobachtungsdauer, die im ungünstigsten Fall eine volle Umdrehung des Kreises trägt. In gewissen Anwendungsfällen stört dies. Bei einem theodolitartigen Instrument z.B. müssen mit derselben Auswerteelektronik abwechselnd zwei Winkel um verschiedene Achsen (Azimut und Elevation) gemessen werden. Bei Absteckarbeiten sollte dies in schneller Folge geschehen (etwa 2 bis 4 komplette Messungen pro Sek.). Hier entsteht der Wunsch, eine Grobinformation bereits aus einem Bruchteil einer vollen Kreisumdrehung zu erhalten.

Aufgabe der Erfindung ist es, diesen Wunsch zu erfüllen sowie den oben erwähnten zusätzlichen Aufwand wesentlich zu reduzieren. Diese genannten Schwierigkeiten werden dadurch umgangen, dass die Marke nicht durch Auslassen eines Striches, sondern nur durch eine Störung der Strichbreite realisiert ist, und zwar so, dass die eine Kante aller Teilstriche nach wie vor eine über den ganzen Kreis ungestörte aequidistante Teilung darstellt, die zur Phasenummessung dient, während die Markenstörung nur in einer Verschiebung der anderen Kante besteht. Toleranzüberlegungen legen nahe, als Strichbreite des ungestörten und gestörten Striches etwa $\frac{2}{3}$ bzw. $\frac{1}{3}$ des Teilungsintervalles zu wählen.

Die Gewinnung der Grobinformation wird durch Anbringen von N aequidistanten Marken gelöst, wobei N mit Vorteil eine Zweierpotenz ist:

$$N = 2^n.$$

Wenn $n > 1$ ist, müssen die Marken gekennzeichnet (codiert) sein. In einer ersten Ausführungsform der Erfindung erreicht man dies dadurch, dass man als Marken Gruppen von $n+1$ aufeinanderfolgenden Teilstrichen verwendet, wobei der erste Strich immer gestört ist, während die Zustände der n folgenden einen binären Code darstellen, der die Marke numeriert.

In einer zweiten Ausführungsform der Erfindung besteht jede Marke aus zwei aufeinanderfolgenden Strichen, von denen der erste immer gestört ist, während der Zustand des zweiten ein Codebit darstellt. Die Codebits aller Marken bilden einen zyklischen Code, der so beschaffen ist, dass beliebige n aufeinanderfolgende Codebits ein auf dem Kreis einmaliges Wort bilden.

Solche Codes für verschiedene n sind bekannt. Sie können z.B. mit Schiebezahlern (geeignete rückgekoppelte Schieberregister) erzeugt werden. So erzeugt man mit einem 6-Bit-Schieberegister und der Rückkoppelungsregel $B(i) = B(i-5) \text{ XOR } B(i-6)$

die folgende Bitfolge der Zykluslänge $63 = 2^6 - 1$:

LLLLLL00000L0000LL000L0L00LLLLL0L000LLL00L0L0L0LL0LL0LL00LL0L0L0

Darin kommt jedes mögliche 6-Bit-Wort genau einmal vor, mit Ausnahme von 000000. Man darf aber bei der Gruppe 00000 eine sechste 0 hinzufügen. Es stört bei der vorliegenden Anwendung nicht, dass dann der Schiebezahl nach 000000 nicht mehr weiterlaufen würde.