

(19)



(11)

EP 2 336 065 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

22.06.2011 Patentblatt 2011/25

(51) Int Cl.:

B65H 67/06 ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **10014647.1**(22) Anmeldetag: **16.11.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

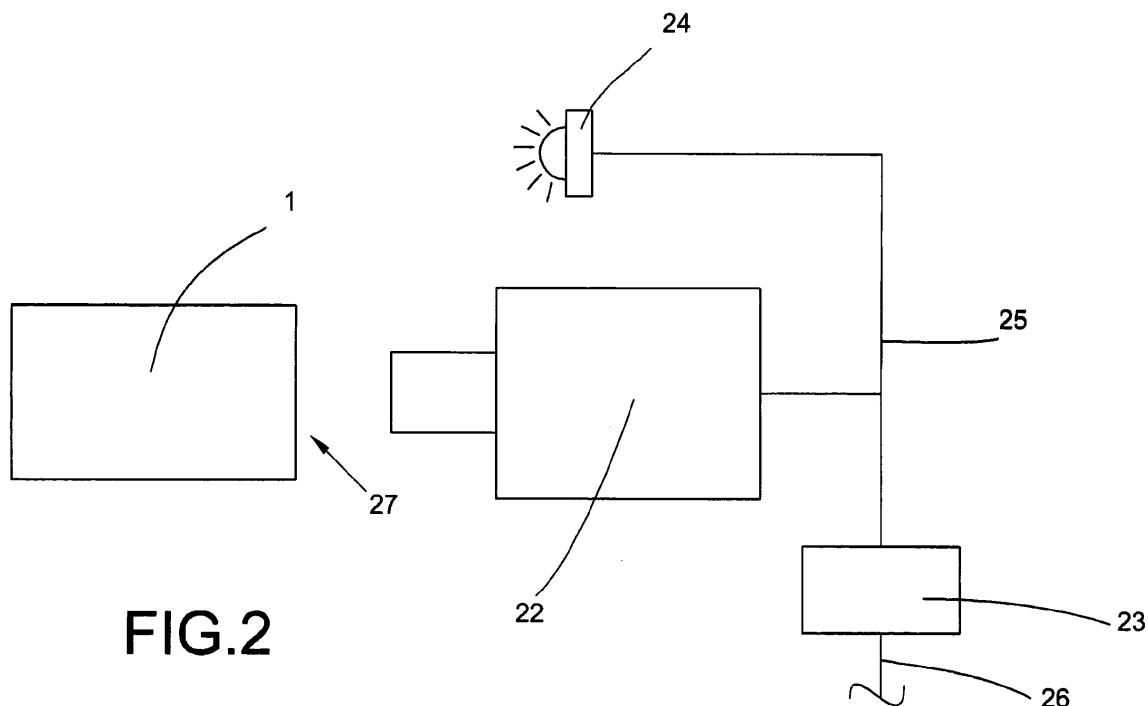
(71) Anmelder: **Oerlikon Textile GmbH & Co. KG**
42897 Remscheid (DE)(72) Erfinder: **Göbbels, Heinz-Dieter**
41179 Mönchengladbach (DE)(30) Priorität: **17.12.2009 DE 102009058720**

(27) Früher eingereichte Anmeldung:

17.12.2009 DE 102009058720(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung der Orientierung einer Kreuzspulenhülse**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Orientierung einer Kreuzspulenhülse (1), deren eine Stirnseite (27) zur Abzugsseite als Hülsenspitze (2) mit einer umbördelten Kante (4) und deren andere Stirnseite (27) als Hülsenfuß (3) ohne umbördelte Kante (4) ausgebildet ist. Erfindungsgemäß wird ein digitales Bild einer Stirnseite (27) der Kreuzspulenhülse (1) erfasst, das digitale Bild wird einer Kantendetektion unterzogen,

um die Objektränder (6, 7, 8, 9) der Spulenhülse (1) zu ermitteln, ein von der Breite (b_1 , b_2) des von den Objekträndern (6, 7, 8, 9) gebildeten Kreisringes (10, 11) abhängiger Erkennungsparameter wird bestimmt, dieser Erkennungsparameter wird mit einem Referenzwert verglichen und in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis wird auf die Orientierung der Kreuzspulenhülse (1) geschlossen. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

**FIG.2****EP 2 336 065 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Orientierung einer Kreuzspulenhülse, deren eine Stirnseite zur Abzugsseite als Hülsenspitze mit einer umbördelten Kante und deren andere Stirnseite der Spulenhülse als Hülsenfuß ohne umbördelte Kante ausgebildet ist. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Fäden werden in Kreuzspulen herstellenden Textilmaschinen, zum Beispiel Offenend-Spinnmaschinen oder Spulmaschinen, auf leere Spulenhülsen zu Kreuzspulen gewickelt. Bei der Weiterverarbeitung von Kreuzspulen werden diese in der Regel über Kopf abgezogen. Um zu verhindern, dass beim Abziehen der Faden nicht an der Kante der Hülse hängenbleibt oder scheuert, ist die Hülse an der Hülsenspitze zur Abzugsseite hin umbördelt. Weiterhin kann am Hülsenfuß eine umlaufende Nut zur Ablage einer Fußreserve vorgesehen sein. Eine solche Nut wird auch als Fadenreserverille bezeichnet. Aus der vorgenannten Ausgestaltung der Spulenhülse ergibt sich, dass eine korrekte Orientierung der Spulenhülse bei der Herstellung der Kreuzspule erforderlich ist.

[0003] Es ist bekannt, dass Kreuzspulen herstellende Textilmaschinen mit Hülsenmagazinen bestückt sind, aus denen die Hülsen automatisiert zu den Arbeitsstellen der Textilmaschine transportiert werden. Diese Hülsenmagazine werden manuell von einer Bedienperson bestückt. Die Bedienperson muss die Spulenhülsen mit korrekter Orientierung auf Dorne des Hülsenmagazins stecken.

[0004] Es ist das ständige Bestreben, Arbeitsabläufe an Kreuzspulen herstellenden Textilmaschinen zu automatisieren. Spulenhülsen können zum Beispiel aus einem Schüttgutbehälter automatisch gefördert werden. Dabei werden die Spulenhülsen mit zufälliger Orientierung aus dem Behälter transportiert. Zur Weiterverarbeitung der Spulenhülsen ist die Ermittlung der Orientierung und darauffolgend eine entsprechende Ausrichtung zwingend erforderlich.

[0005] Die gattungsbildende DE 43 41 946 A1 offenbart neben einer Einrichtung zum Transport der Spulenhülsen innerhalb einer Kreuzspulen herstellenden Textilmaschine eine mechanische Sensoreinrichtung zur Ermittlung der Orientierung einer Spulenhülse, die wie oben beschrieben ausgestaltet ist. Diese Sensoreinrichtung ist als Hülsentaster ausgebildet, der die Hülsenenden abtastet und auf die Bördelung einer Hülse anspricht. Solche mechanischen Einrichtungen sind aufwendig, fehleranfällig und wartungsbedürftig.

[0006] Die DE-OS 24 12 821 offenbart eine Vorrichtung zum automatischen Zuführen und ordnungsgemäßen Ausrichten von Spulenhülsen. Um die Orientierung der Spulenhülsen ermitteln zu können, werden die Spulenhülsen an den Stirnflächen durch Etikettieren, Bedrucken, Färben oder dergleichen markiert. Auf die Stirnseite einer vorbeiwandernden Spulenhülse wird eine fotoelektrische Reflexlichtschranke gerichtet. Die Reflexlichtschranke spricht dabei auf die Markierungen an. Sie bestrahlt die Stirnfläche mit Licht und misst die reflektierte Lichtmenge. Die Lichtmenge wird durch die Markierung verändert. Das Herstellen der Markierungen bedeutet einen erheblichen Aufwand. Deshalb hat sich dieses Verfahren nicht durchgesetzt.

[0007] Die DE 198 40 299 A1 offenbart eine Vorrichtung zur Erkennung der Orientierung von Kopsen. Hier wird ebenfalls eine optische Abtasteinrichtung beschrieben. Es wird ausgenutzt, dass der Fuß des Spinnkopses einen größeren Durchmesser aufweist als die Spitze des Spinnkopses, indem an den Spinnkopsenden die Abschattung senkrecht zur Spinnkopsachse gemessen wird. Eine solche Messordnung scheidet bei zylindrischen Spulenhülsen aus.

[0008] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine einfache und zuverlässige Möglichkeit zur Verfügung zu stellen, die Orientierung einer Spulenhülse zu ermitteln.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Verfahrensanspruches 1 sowie des Vorrichtungsanspruches 11 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Zur Lösung der Aufgabe wird die Kreuzspulenhülse zunächst gegenüber einer Bildverarbeitungseinrichtung angeordnet und dann ein digitales Bild einer Stirnseite erfasst. Das digitale Bild wird einer Kantendetektion unterzogen, um die Objektränder der Kreuzspulenhülse zu ermitteln, es wird ein von der Breite des von den Objekträndern gebildeten Kreises abhängiger Erkennungsparameter bestimmt, der so bestimmte Erkennungsparameter wird mit einem von den Hülsenparametern abhängigen Referenzwert verglichen und in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis wird auf die Orientierung der Kreuzspulenhülse geschlossen.

[0011] Die erfindungsgemäße Lösung nutzt zwangsläufig an einer Spulenhülse vorhandene Unterschiede zwischen der Hülsenspitze und dem Hülsenfuß. Durch die umbördelte Kante ist der auf dem digitalen Bild erfasste Kreisring an der Hülsenspitze breiter als am Hülsenfuß. Die absolute Breite des Kreisringes braucht jedoch nicht bestimmt zu werden. Es ist absolut ausreichend, einen von der Breite abhängigen Erkennungsparameter zu bestimmen. Verfahren zur Kantendetektion sind im Bereich der digitalen Bildverarbeitung an sich bekannt und können leicht realisiert werden. Der Rechenaufwand für das erfindungsgemäße Verfahren ist vergleichsweise gering. Das Verfahren ist in gleicher Weise für zylindrische und für konische Spulenhülsen anwendbar.

[0012] Für die Berechnung eines Erkennungsparameters gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten. Es kann die Breite des Kreisringes selbst oder der Innendurchmesser der Kreuzspulenhülse bestimmt werden. Es ist jedoch besonders vorteilhaft, relative Größen als Erkennungsparameter zu verwenden. Durch eine Relativmessung wird die Auswertung

unempfindlich gegen Verschiebungen der Spulenhülse. Diese Art der Auswertung trägt weiter dem Umstand Rechnung, dass einem digitalen Bild nicht unmittelbar absolute Abmessungen entnommen werden können. Es ist zum Beispiel möglich, das Verhältnis von Innen- und Außendurchmesser zu verwenden. Es hat sich jedoch als vorteilhaft erwiesen, als Erkennungsparameter den Quotienten aus dem Außendurchmesser der Spulenhülse und der Breite des Kreisringes zu verwenden. Dabei handelt es sich um eine einfache und zuverlässige Relativmessung. Dieser Quotient unterscheidet sich deutlich zwischen Hülsenspitze und Hülsenfuß.

[0013] Zur Durchführung der Kantendetektion kann das digitale Bild durch eine Grauwertmatrix repräsentiert werden, wobei jedes Element der Grauwertmatrix einem Bildpunkt einen Grauwert zuordnet. Zur Erkennung des Kreisringes an der Stirnseite der Spulenhülse ist auch ein Farbbild mit den dazu gehörigen Farbmatrizen prinzipiell aber nicht erforderlich.

[0014] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung wird aus der Grauwertmatrix zur Kantendetektion eine Kantenmatrix ermittelt, wobei jedes Element der Kantenmatrix einem Bildpunkt einen Wert zuordnet und anhand der Werte erkennbar ist, welcher Bildpunkt zu einem Objektrand gehört.

[0015] Der Objektrand befindet sich an der Stelle, an der die Änderung der Helligkeit am größten ist. Ein Kantenbild kann erzeugt werden, indem für jede Stelle der Grauwertmatrix der Betrag des Gradienten, also die Änderung der Helligkeit, berechnet wird. Die berechneten Beträge ergeben eine Gradientenmatrix, und jedes Element der Gradientenmatrix ordnet einem Bildpunkt einen Gradientenbetrag zu. Diese Gradientenmatrix stellt bereits eine Kantenmatrix dar.

[0016] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung werden die Gradientenbeträge aus der Gradientenmatrix mit einem Schwellwert verglichen und ein Objektrand wird erkannt, wenn der Betrag des Gradienten den Schwellwert übersteigt. Durch diesen Schwellwertschalter wird erreicht, dass Bereiche des Bildes, bei denen keine genügend große Änderung der Helligkeit erfolgt, nicht als Objektrand erkannt werden.

[0017] Vorteilhafterweise wird einem Element einer Schwellwertmatrix der Wert 1 zugeordnet, wenn der zugehörige Bildpunkt als Objektrand erkannt wird, und einem Element der Schwellwertmatrix wird der Wert 0 zugeordnet, wenn der zugehörige Bildpunkt nicht als Objektrand erkannt wird. Auf diese Weise wird der maximale Unterschied zwischen dem Objektrand und den umgebenden Bildpunkten bei minimalem Speicheraufwand für die Schwellwertmatrix erreicht. Die Schwellwertmatrix stellt eine verbesserte Kantenmatrix dar. Das zugehörige Bild weist einen stärkeren Kontrast auf als das Kantenbild aus der Gradientenmatrix. Die Gefahr von Fehlinterpretationen ist deutlich geringer.

[0018] Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mittels der Kantenmatrix der Mittelpunkt der von den Objekträndern gebildeten Kreise bestimmt. Dazu kann man die Bildpunkte als Massepunkte interpretieren und den Schwerpunkt der Massepunkte bestimmen, der mit dem Mittelpunkt zusammenfällt, da die Bildpunkte auf den Kreisen punktsymmetrisch zum Mittelpunkt sind.

[0019] Es können Linienprofile erfasst werden, wobei die Linienprofile die Elemente der Kantenmatrix angeben, deren Bildpunkte auf einer Geraden liegen. Eine der zu den Linienprofilen gehörenden Geraden verläuft durch den Mittelpunkt der von den Objekträndern gebildeten Kreise und die Geraden der anderen Linienprofile verlaufen zu der Geraden durch den Mittelpunkt parallel und durch dem Mittelpunkt benachbarte Bildpunkte. Ferner wird die Summe der Linienprofile gebildet.

[0020] Aus der Lage der Maxima des Verlaufs der Summe der Linienprofile kann jeweils ein der Breite des Kreisringes und dem Außendurchmesser der Spulenhülse proportionaler Wert bestimmt werden. Der Quotient dieser Werte entspricht dann dem Quotient aus Breite und Außendurchmesser.

[0021] Es ist prinzipiell möglich, ein digitales Bild beider Stirnflächen jeder Spulenhülse zu erfassen und als Referenzwert den Erkennungsparameter der jeweils anderen Stirnfläche zu verwenden. Es ist jedoch einfacher, diese Erfassung nur einmal für eine Hülsensorte durchzuführen oder die Erkennungswerte aus den bekannten geometrischen Abmessungen zu berechnen. Der Vergleichswert für eine Hülsensorte kann dann aus dem Mittelwert des Erkennungsparameters der Hülsenspitze und des Hülsenfußes ermittelt werden.

[0022] Zur Lösung der Aufgabe wird ferner eine Vorrichtung zur Ermittlung der Orientierung einer Spulenhülse für eine Kreuzspule und zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagen. Erfindungsgemäß weist die Vorrichtung eine Bildverarbeitungseinrichtung in Form einer Digitalkamera auf und es sind Mittel vorhanden, um die Digitalkamera und die Spulenhülse so zueinander anzuordnen, dass ein digitales Bild einer Stirnseite der Kreuzspulenhülse erfassbar ist. Ferner weist die Vorrichtung eine Auswerteeinrichtung auf, die dazu ausgebildet ist, das digitale Bild einer Kantendetektion zu unterziehen, um die Objektränder der Kreuzspulenhülse zu ermitteln, ein von der Breite des von den Objekträndern gebildeten Kreisringes abhängigen Erkennungsparameter zu bestimmen, diesen Erkennungsparameter mit einem von den Hülsenparametern abhängigen Referenzwert zu vergleichen und in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis auf die Orientierung der Kreuzspulenhülse zu schließen.

[0023] Als Digitalkamera kann eine einfache Schwarzweißkamera verwendet werden, solche arbeiten heute zuverlässig und sind preiswert verfügbar. Bekannte Prozessoreinheiten können leicht durch Softwareergänzung zur Durchführung der erfindungsgemäßen Auswertung ausgebildet werden.

[0024] Durch eine eigene Beleuchtung wird die Vorrichtung weitgehend unabhängig von Lichteinflüssen.

[0025] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0026] Es zeigen:

Fig. 1 eine Spulenhülse mit umbördelter Kante;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Ermittlung der Orientierung der Spulenhülse;

Fig. 3 eine Ansicht auf die als Hülsenspitze ausgebildete Stirnseite der Spulenhülse;

Fig. 4 eine Ansicht auf die als Hülsenfuß ausgebildete Stirnseite der Spulenhülse;

Fig. 5 eine Ansicht wie Fig. 3 mit zu Linienprofilen gehörenden Geraden;

Fig. 6 einen Verlauf der Summe der Linienprofile aus Fig. 5.

Fig. 1 zeigt eine bekannte Ausführungsform einer zylindrischen Spulenhülse 1. Sie ist entlang ihrer Längsachse geschnitten. An ihrer Abzugseite 2 des Fadens weist sie eine nach innen gerichtete Bördelung 4 der Wand auf. Die umbördelte Kante verhindert, dass sich der ablaufende Faden an der Stirnseite der Hülse an einer beschädigten Kante der Wand verfängt. An dem gegenüberliegenden Ende der Spulenhülse 1, dem Hülsenfuß 3, ist mit Abstand vom Rand eine Nut 5 auf dem Umfang der Spulenhülse 1 eingearbeitet. Sie dient der Fixierung einer Anfangsreserve.

[0027] Die Fig. 2 zeigt schematisch eine Darstellung einer Vorrichtung zur Ermittlung der Orientierung der Spulenhülse 1. Eine Digitalkamera 22 ist so angeordnet, dass sie eine Stirnseite 27 der Spulenhülse 1 erfassen kann. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Schwarzweißkamera. Die Digitalkamera 22 ist über eine Steuerleitung 25 mit einer Steuer- und Auswerteeinheit 23 verbunden. Diese löst die Bilderfassung aus und führt die Kantendetektion und die Ermittlung eines Erkennungsparameters aus. Die Steuer- und Auswerteeinheit 23 steuert ferner eine Beleuchtungseinrichtung 24. Dadurch wird die Stirnseite 27 beleuchtet und die Erfassung des Bildes wird unabhängig von äußeren Lichteinflüssen. Die Vorrichtung ist dabei so angeordnet, dass die Spulenhülsen auf ihre Orientierung überprüft werden, bevor sie den Arbeitstellen einer Kreuzspulenhersstellenden Textilmaschine zugeführt werden. Über die Steuerleitung 26 ist die Steuer- und Auswerteeinheit 23 mit den übrigen Steuereinheiten der Kreuzspulen herstellenden Textilmaschine verbunden, damit die Spulenhülse aufgrund der ermittelten Orientierung entsprechend ausgerichtet werden kann.

[0028] Die Figuren 3 und 4 zeigen jeweils eine Stirnseite 27 der Spulenhülse 1. Die Fig. 3 zeigt dabei die Objektränder der Hülsenspitze 2. Es sind zwei Kreislinien 6 und 7, die einen Kreisring 10 bilden. Der Kreisring 10 hat den Außendurchmesser D , den Innendurchmesser d_1 und die Breite b_1 . Die Fig. 4 zeigt die Objektränder des Hülsenfußes 3. Die Kreislinien 8 und 9 bilden den Kreisring 11. Der Außendurchmesser D ist mit dem der Fig. 3 identisch. Der Innendurchmesser d_2 ist größer als der Innendurchmesser d_1 an der Hülsenspitze 2. Entsprechend ist die Breite b_2 des Kreisringes 11 am Hülsenfuß 3 kleiner als die Breite b_1 des Kreisringes 10 an der Hülsenspitze 2. Der Unterschied ist in der umbördelten Kante 4 an der Hülsenspitze 2 begründet. Diesen Unterschied macht sich vorliegende Erfindung zu Nutze. Aus den geometrischen Abmessungen wird ein Erkennungsparameter K berechnet.

[0029] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das der Quotient aus dem Außendurchmesser D und der Breite b des Kreisringes. Die Berechnung zeigt Gleichung (i).

$$K = \frac{D}{b} \quad (i)$$

[0030] Bei diesem Erkennungsparameter müssen keine absoluten geometrischen Abmessungen berechnet werden. Relativmessungen sind ausreichend.

[0031] Um den Erkennungsparameter zu ermitteln, wird ein digitales Bild erzeugt. Dieses Bild wird durch eine Grauwertmatrix G mit I Zeilen und J Spalten, wie sie in Gleichung (ii) angegeben ist, repräsentiert. Jedes Element $g_{i,j}$ der Matrix repräsentiert einen Bildpunkt.

$$G = \begin{pmatrix} g_{0,0} & g_{0,1} & g_{0,2} & g_{0,3} & \cdots & g_{0,J-1} \\ g_{0,0} & g_{0,0} & g_{0,0} & g_{0,0} & \cdots & g_{1,J-1} \\ g_{0,0} & g_{0,0} & g_{0,0} & g_{0,0} & \cdots & g_{2,J-1} \\ g_{0,0} & g_{0,0} & g_{0,0} & g_{0,0} & \cdots & g_{3,J-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{I-1,0} & g_{I-1,1} & g_{I-1,2} & g_{I-1,3} & \cdots & g_{I,J-1} \end{pmatrix} \quad (\text{ii})$$

[0032] Es müssen zunächst die Kreislinien erkannt werden. Dazu wird das Bild einer Kantendetektion unterzogen. Die Objektkante ist an der Stelle, an der die Änderung der Helligkeit am größten ist. Die Änderung führt zum Begriff der Ableitung beziehungsweise für das zweidimensionale Bild zum Begriff des Gradienten. Das heißt, es wird zunächst für jeden Punkt des Bildes, oder anders ausgedrückt, für jede Stelle (i, j) der Grauwertmatrix G, wie in Gleichung (iii) dargestellt der Gradient $\nabla g(i, j)$ berechnet.

$$\nabla g(i, j) = \begin{pmatrix} g(i, j+1) - g(i, j-1) \\ g(i+1, j) - g(i-1, j) \end{pmatrix} \quad (\text{iii})$$

[0033] Der Gradient an der Stelle (i, j) ist ein Vektor. Die erste Komponente des Vektors gibt die Änderung in Zeilenrichtung an und die zweite Komponente die Änderung in Spaltenrichtung. Um eine Aussage über die Änderung der Helligkeit in einen Bildpunkt, beziehungsweise an der Stelle (i, j) der Grauwertmatrix zu erhalten, wird der Betrag des Gradienten verwendet, der sich gemäß (iv) berechnet.

$$|\nabla g(i, j)| = \sqrt{(g(i, j+1) - g(i, j-1))^2 + (g(i+1, j) - g(i-1, j))^2} \quad (\text{iv})$$

[0034] Der Betrag des Gradienten an der Stelle (i, j) definiert eine neue Matrix, die Gradientenmatrix. Die Gradientenmatrix besteht entsprechend der Grauwertmatrix aus I Zeilen und J Spalten. In der bildlichen Darstellung ergibt sich ein Kantenbild, das idealerweise der Darstellung der Figuren 3 und 4 entspricht.

[0035] In der Praxis werden jedoch in einem solchen Kantenbild auch geringe Änderungen der Helligkeit als Objektrand dargestellt. Aus diesem Grund werden die Elemente der Gradientenmatrix mit einem Schwellwert T verglichen. Dadurch wird erreicht, dass Bereiche des Bildes, bei denen keine genügend große Änderung der Helligkeit erfolgt, nicht als Objektrand erkannt werden. Der Vergleich führt zu einer neuen Matrix der Schwellwertmatrix mit den Elementen $g_{sw}(i, j)$. Deren Berechnung ist in Gleichung (v) dargestellt.

$$g_{sw}(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{falls } g_{\text{Kantenbild}}(i, j) \geq T \\ 0 & \text{falls } g_{\text{Kantenbild}}(i, j) < T \end{cases} \quad (\text{v})$$

[0036] Der Schwellwert T kann gemäß Gleichung (vi) in Abhängigkeit des maximalen Helligkeitswertes des Kantenbildes berechnet werden. C_T ist ein Proportionalitätsfaktor.

$$T = c_T \cdot \max(g_{\text{Kantenbild}}(i, j)) \quad (\text{vi})$$

[0037] In der bildlichen Darstellung ergibt sich aus der Schwellwertmatrix ein Schwellwertbild, das gegenüber dem Kantenbild einen stärkeren Kontrast aufweist.

[0038] Um die geometrischen Abmessungen des Kreisringes zu bestimmen, kann zunächst der Mittelpunkt der den Kreisring bildenden Kreise bestimmt werden. Dazu kann man die Bildpunkte als Massepunkte in einer Ebene betrachten.

Da die Punkte auf den Kreisen punktsymmetrisch zum Mittelpunkt sind, fallen Mittelpunkt und Schwerpunkt zusammen. Der Schwerpunkt $\vec{r}_{sp}$ eines N-Teilchen-Systems errechnet sich gemäß Gleichung (vii), wobei m_i die Masse des i-ten Teilchen ist und $\vec{r}_i$ der zugehörige Ortsvektor.

$$\vec{r}_{sp} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^N m_i \vec{r}_i \quad (\text{vii})$$

[0039] Die Gesamtmasse M ergibt sich aus Gleichung (viii).

$$M = \sum_{i=1}^N m_i \quad (\text{viii})$$

[0040] Wenn man die Berechnung auf die Bildverarbeitung überträgt, entsprechen die Massen m_i den Elementen $g_{sw}(i, j)$ der Schwellwertmatrix. Die Koordinaten (i_{sp}, j_{sp}) des Schwerpunktes beziehungsweise des Mittelpunktes ergeben sich damit aus Gleichung (ix) bis (xi)

$$j_{sp} = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{i=0}^{I-1} g_{sw}(i, j) \cdot j \quad (\text{ix})$$

$$i_{sp} = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{i=0}^{I-1} g_{sw}(i, j) \cdot i \quad (\text{x})$$

$$M = \sum_{j=0}^{J-1} \sum_{i=0}^{I-1} g_{sw}(i, j) \quad (\text{xi})$$

[0041] Damit ist der Mittelpunkt der Kreise bekannt, der in Fig. 5 das Bezugszeichen 12 trägt. Die Gerade 13 verläuft durch den Mittelpunkt 12. Die Elemente der Schwellwertmatrix, deren Bildpunkte auf dieser Geraden liegen, definieren ein Linienprofil. Um etwaige Ungenauigkeiten bei der Kantendetektion zu kompensieren, werden weitere Linienprofile ermittelt. Diese werden durch die Geraden 14, 15, 16 und 17 repräsentiert, die zu der Geraden 13 parallel und durch benachbarte Bildpunkte verlaufen. Zur weiteren Auswertung wird die Summe der Linienprofile gebildet. Der Verlauf dieser Summe ist in Fig. 6 dargestellt. Die Maxima 18, 19, 20 und 21 repräsentieren die Schnittpunkte der Geraden 13, 14, 15, 16 und 17 mit den Kreislinien 6 und 7. Aus diesem Linienprofilverlauf lassen sich im Prinzip alle geometrischen Abmessungen des Schwellwertbildes ermitteln, insbesondere der Außendurchmesser D und die Breite b_1 des Kreistringes. Der Außendurchmesser D ergibt sich aus dem Abstand der Maxima 18 und 21. Die Breite b_1 des Kreistringes wird durch den Abstand der Maxima 18 und 19 sowie durch den Abstand der Maxima 20 und 21 repräsentiert. Mit diesen Angaben kann nun der Erkennungsparameter K ermittelt werden. Dieser kann dann mit einem Referenzwert verglichen werden, um zu entscheiden, welche Stirnseite 27 der Spulenhülse 1 von der Kamera 22 erfasst worden ist.

[0042] Der Referenzwert für den jeweils eingesetzten Hülstyp wird in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vorab ermittelt, indem der Mittelwert des Erkennungsparameters der Hülssenspitze und des Hülssensfußes berechnet wird. Jeder neu erfasste Erkennungsparameter wird mit dem Referenzwert verglichen. Wenn der Erkennungsparameter kleiner ist als der Referenzwert, dann handelt es sich um die Hülssenspitze. Wenn der Erkennungsparameter größer ist als der Referenzwert, dann handelt es sich um den Hülssensfuß.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung der Orientierung einer Kreuzspulenhülse (1), deren eine Stirnseite (27) zur Abzugsseite als Hülssenspitze (2) mit einer umbördelten Kante (4) und deren andere Stirnseite (27) als Hülssensfuß (3) ohne

umbördelte Kante (4) ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kreuzspulenhülse (1) zunächst gegenüber einer Bilderfassungseinrichtung angeordnet wird,

dass dann ein digitales Bild einer Stirnseite (27) der Kreuzspulenhülse (1) erfasst wird,

dass das digitale Bild einer Kantendetektion unterzogen wird, um die Objektränder (6, 7, 8, 9) der Kreuzspulenhülse (1) zu ermitteln,

dass ein von der Breite (b_1 , b_2) des von den Objekträndern (6, 7, 8, 9) gebildeten Kreisringes (10, 11) abhängiger Erkennungsparameter bestimmt wird,

dass dieser so bestimmte Erkennungsparameter mit einem von den Hülsenparametern abhängigen Referenzwert verglichen wird und

dass in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis auf die Orientierung der Kreuzspulenhülse (1) geschlossen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Erkennungsparameter der Quotient aus dem Außendurchmesser (D) der Spulenhülse (1) und der Breite (b_1 , b_2) des Kreisringes (10, 11) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das digitale Bild durch eine Grauwertmatrix repräsentiert wird, wobei jedes Element der Grauwertmatrix einem Bildpunkt einen Grauwert zuordnet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Grauwertmatrix zur Kantendetektion eine Kantenmatrix ermittelt wird, wobei jedes Element der Kantenmatrix einem Bildpunkt einen Wert zuordnet und anhand der Werte erkennbar ist, welcher Bildpunkt zu einem Objektrand gehört.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** für jede Stelle der Grauwertmatrix der Betrag des Gradienten berechnet wird, wobei die berechneten Beträge eine Gradientenmatrix ergeben und jedes Element der Gradientenmatrix einem Bildpunkt einen Gradientenbetrag zuordnet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gradientenbeträge aus der Gradientenmatrix mit einem Schwellwert verglichen werden und ein Objektrand (6, 7, 8, 9) erkannt wird, wenn der Betrag des Gradienten den Schwellwert übersteigt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** einem Element einer Schwellwertmatrix der Wert 1 zugeordnet wird, wenn der zugehörige Bildpunkt als Objektrand (6, 7, 8, 9) erkannt wird, und dass einem Element der Schwellwertmatrix der Wert 0 zugeordnet wird, wenn der zugehörige Bildpunkt nicht als Objektrand (6, 7, 8, 9) erkannt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Kantenmatrix der Mittelpunkt (12) der von den Objekträndern (6, 7, 8, 9) gebildeten Kreise bestimmt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Linienprofile erfasst werden, wobei die Linienprofile die Elemente der Kantenmatrix angeben, deren Bildpunkte auf einer Geraden (13, 14, 15, 16, 17) liegen, dass eine der zu den Linienprofilen gehörenden Geraden (13) durch den Mittelpunkt (12) der von den Objekträndern (6, 7, 8, 9) gebildeten Kreise verläuft, dass die Geraden (14, 15, 16, 17) der anderen Linienprofile zu der Geraden (13) durch den Mittelpunkt (12) parallel und durch dem Mittelpunkt (12) benachbarte Bildpunkte verlaufen und dass die Summe der Linienprofile gebildet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der Lage der Maxima (18, 19, 20, 21) des Verlaufs der Summe der Linienprofile jeweils ein der Breite (b_1 , b_2) des Kreisringes (10, 11) und dem Außendurchmesser (D) der Spulenhülse (1) proportionaler Wert bestimmt wird.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Referenzwert für eine HülSENSorte aus dem Mittelwert des Erkennungsparameters der HülSENSpitze (2) und des HülSENSfußes (3) ermittelt wird.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Vorrichtung eine Bildverarbeitungseinrichtung in Form einer Digitalkamera (22) aufweist,
dass Mittel vorhanden sind, um die Digitalkamera (22) und die Spulenhülse (1) so zueinander anzuordnen, dass ein digitales Bild einer Stirnseite (27) der Kreuzspulenhülse (1) erfassbar ist,

dass die Vorrichtung eine Auswerteeinrichtung (23) aufweist,
die dazu ausgebildet ist, das digitale Bild einer Kantendetektion zu unterziehen, um die Objektränder (6, 7, 8, 9)
der Kreuzspulenhülse (1) zu ermitteln, ein von der Breite (b_1 , b_2) des von den Objekträndern gebildeten Kreisringes
(10, 11) abhängigen Erkennungsparameter zu bestimmen, diesen Erkennungsparameter mit einem von den Hül-
senparametern abhängigen Referenzwert zu vergleichen und in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis auf die
Orientierung der Spulenhülse (1) zu schließen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

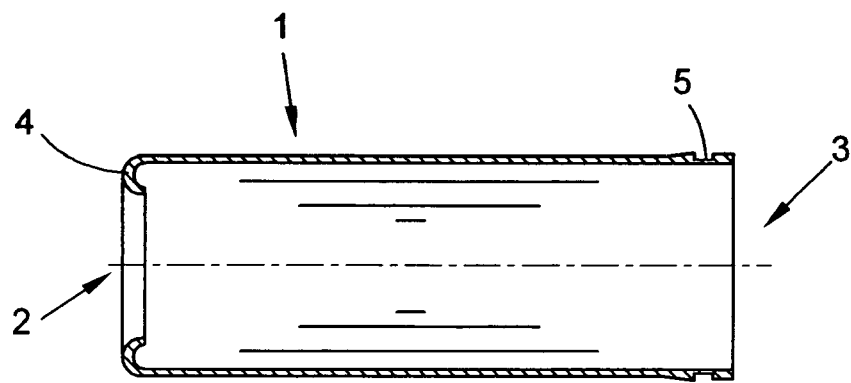


FIG.1

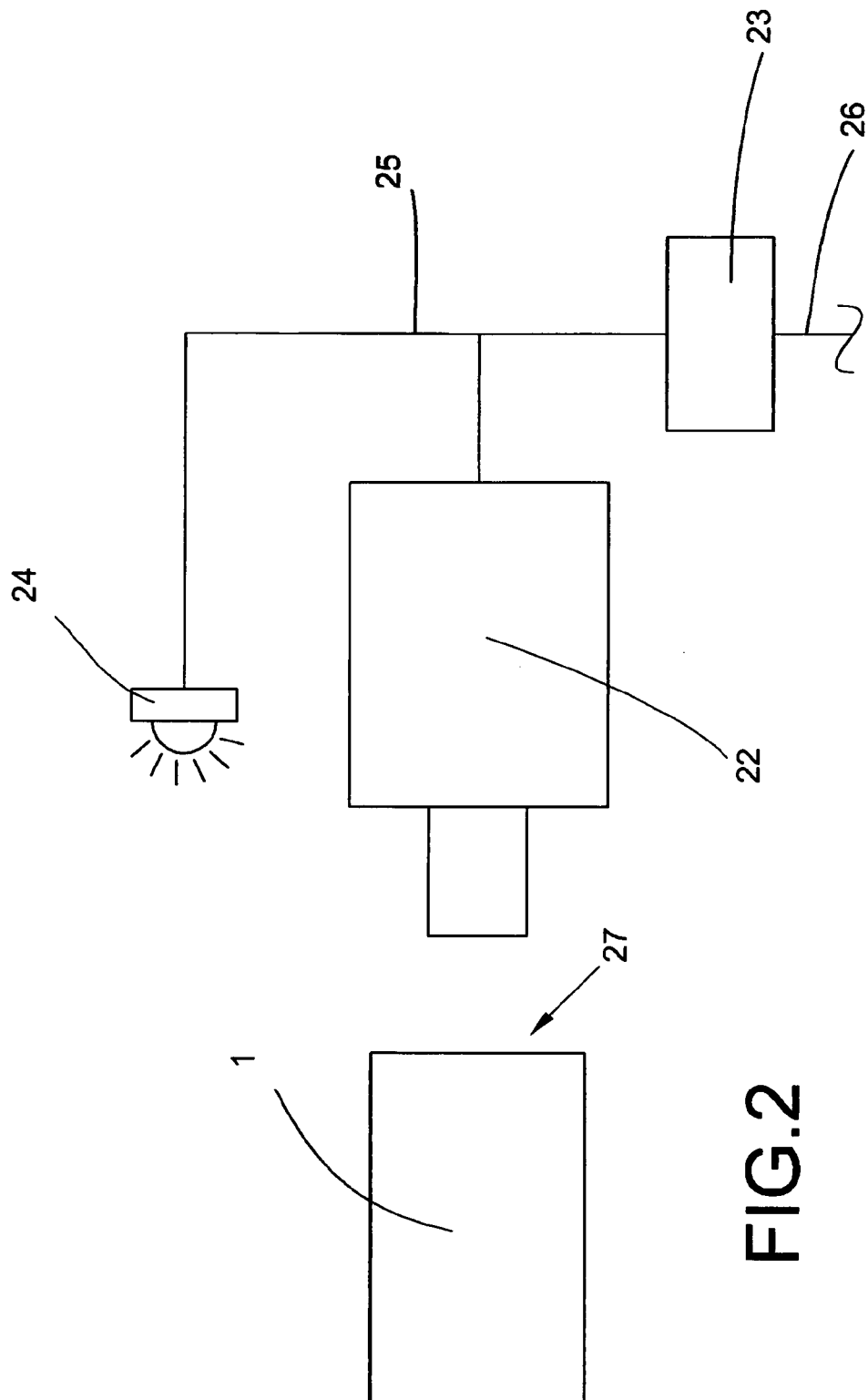


FIG.2

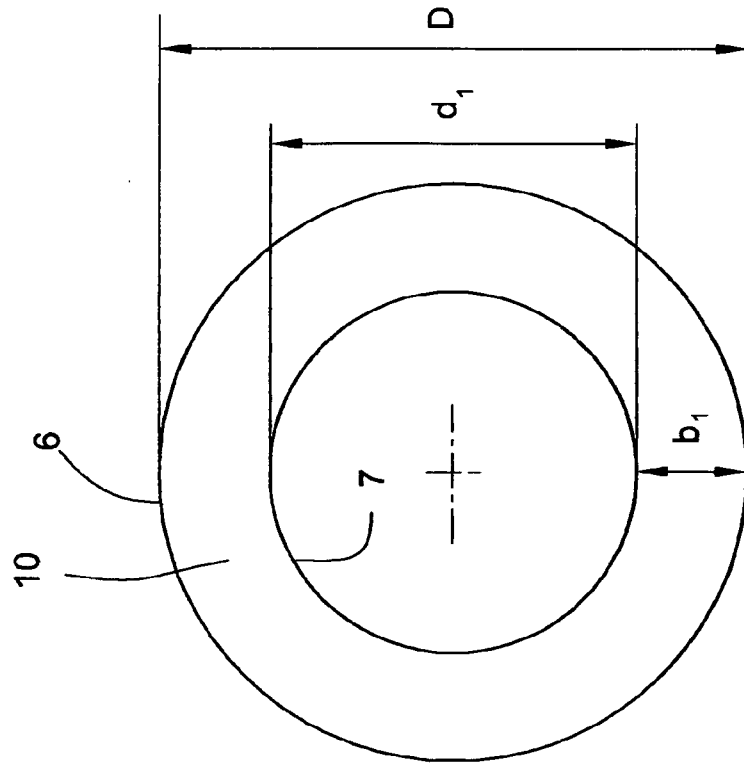


FIG.3

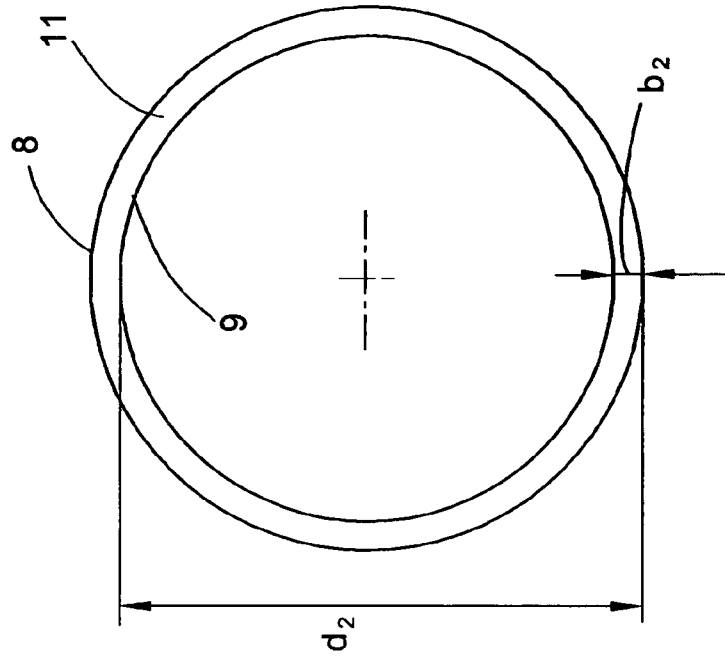


FIG.4

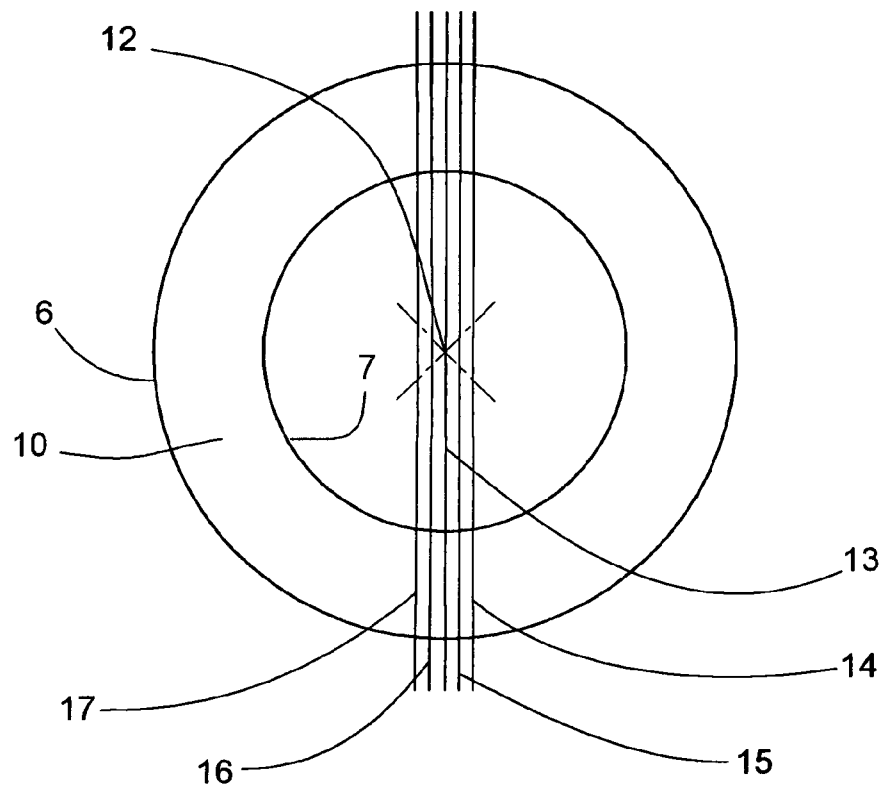


FIG.5

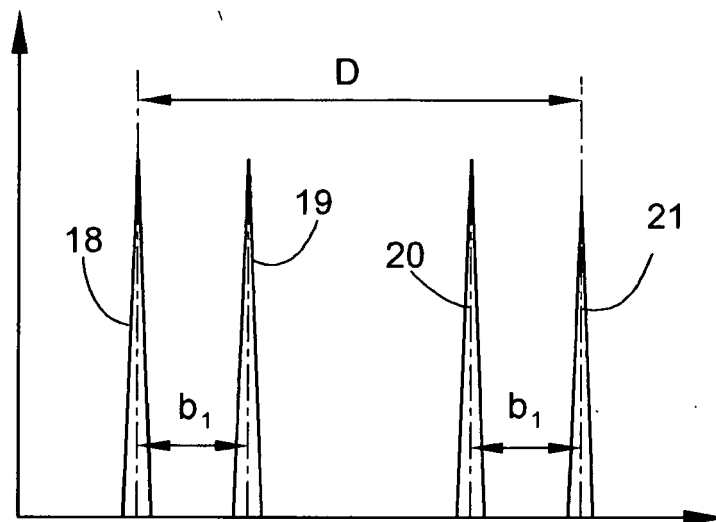


FIG.6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4341946 A1 [0005]
- DE OS2412821 A [0006]
- DE 19840299 A1 [0007]