



(19)

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 437 691 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**14.07.2004 Patentblatt 2004/29**

(51) Int Cl. 7: **G07D 5/00**(21) Anmeldenummer: **03028395.6**(22) Anmeldetag: **11.12.2003**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
 Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK**

(30) Priorität: **10.01.2003 DE 10300608**

(71) Anmelder: **National Rejectors, Inc. GmbH  
21614 Buxtehude (DE)**

(72) Erfinder:  

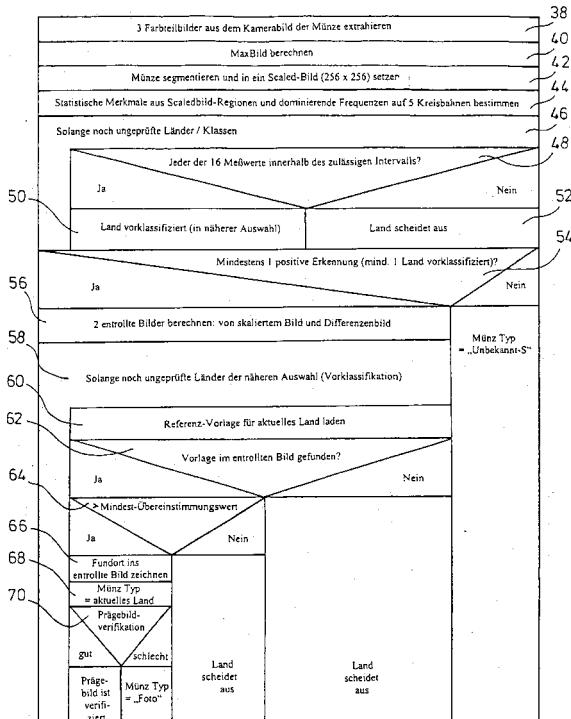
- **Adameck, Markus  
59552 Lippstadt (DE)**

- **Hossfeld, Michael  
22147 Hamburg (DE)**
- **Eich, Manfred  
21224 Rosengarten (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte  
Hauck, Graalfs, Wehnert, Döring, Siemons,  
Schildberg  
Neuer Wall 41  
20354 Hamburg (DE)**

(54) **Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze in einem Münzautomaten**

(57) Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze in einem Münzautomaten, mit folgenden Verfahrensschritten: die zu erkennende Münze wird an einem Bildempfänger unter einer Lichtquelle vorbei bewegt, die Lichtquelle besitzt mindestens zwei Beleuchtungsabschnitte, die ein Objektfeld der zu erkennenden Münze aus unterschiedlichen Richtungen, unter dem gleichen Winkel gegenüber der Flächennormalen des Objektfeldes, mit einander sich nicht überlappenden Wellenlängenbereichen beleuchtet, der Bildempfänger zeichnet eine Aufnahme des Objektfeldes auf, aus der Bilder zu den einzelnen Beleuchtungsabschnitten der einzelnen Wellenlängenbereiche gewonnen werden, ein Maximumbild wird aus den Bildern bestimmt, bei dem jedem Bildpunkt der maximale Intensitätswert aus den Bildern der einzelnen Wellenlängenbereich zugeordnet ist, ein Echt- oder Falschsignal wird aus dem Maximumbild bestimmt.



72

FIG. 2

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze in einem Münzautomaten.

**[0002]** Münzautomaten wie beispielsweise Münzprüfer diskriminieren einen vorgegebenen Satz von Münzen innerhalb sehr kurzer Zeit. Hierzu sind eine Reihe von Verfahren bekannt, von denen eine Vielzahl das Münzmaterial als Unterscheidungskriterien einsetzt. Auch Dicke und Durchmesser der Münze werden zur Unterscheidung herangezogen. Jedoch ist für das weltweite Währungssystem nicht ausgeschlossen, daß für unterschiedliche Münzen gleiche oder fast gleiche Rohlinge eingesetzt werden. Ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal für die Münzen ist daher das Prägebild.

**[0003]** Aus DE 37 39 239 C2 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verarbeitung einer geprägten Karte bekannt. Die Prägeseite der Karte wird aus zwei gegenüberliegenden, schrägen Richtungen wechselweise beleuchtet. Die Karte wird bei diesen unterschiedlichen Beleuchtungen aufgenommen. Die Differenz der aufgenommenen Bilder wird mit Referenzdaten verglichen, um die geprägten Zeichen zu erkennen. Dieses Verfahren ist für stark reflektierende, metallische Oberflächen von Münzen nicht geeignet.

**[0004]** Aus DE 33 05 509 ist eine optische Münzprüfeinrichtung bekannt, bei der eine unter einem Winkel beleuchtete Oberfläche unter verschiedenen Winkeln beobachtet wird. Der Quotient aus der Helligkeit unter verschiedenen Winkeln gibt Aufschluß über den Glanzgrad der hier beiliegenden Münze.

**[0005]** Aus US 5,839,563 ist ein Münzprüfer bekannt, bei dem für das aufgenommene Bild einer Münze ein Mustervergleich durchgeführt wird. Um eine gute Ausleuchtung des Objektfeldes zu erzielen, wird die Münze kreisförmig ausgeleuchtet.

**[0006]** Aus DE 100 51 009 ist ein Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze bekannt, bei dem die Münze sich an der Lichtquelle vorbeibewegt und über zwei oder mehr Beleuchtungsabschnitte jeweils aus einer anderen Richtung beleuchtet wird. Aus den Aufnahmen wird ein Differenzbild ermittelt, daß anzeigen, ob es sich um eine fotografische Wiedergabe des Prägebildes oder um ein geprägtes Bild handelt.

**[0007]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze bereitzustellen, daß geeignet ist, mit einfachen Mitteln in einem Münzautomaten zuverlässig ein Echt- oder Falschsignal für die eingeworfene Münze zu erkennen.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Gestaltungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

**[0009]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die zu erkennende Münze an einem Bildempfänger und einer Lichtquelle vorbeibewegt. Die Lichtquelle besitzt

mindestens zwei, bevorzugt drei Beleuchtungsabschnitte, die ein Objektfeld der zu erkennenden Münze aus unterschiedlichen Richtungen, unter dem gleichen Winkel gegenüber der Flächennormalen des Objektfeldes, miteinander sich nicht überlappenden Wellenlängenbereichen beleuchtet. Objektfeld der Münze ist bevorzugt das gesamte Prägebild der Münze. Die Beleuchtung des Prägebildes erfolgt für die Beleuchtungsabschnitte unter einem gleichen Winkel. Die Beleuchtung führte zu dem Namen "Selektive Stereo Gradienten Methode" (SSGM), da bei einer zentralen Aufzeichnung der Abbildung nur Licht unter einem bestimmten Reflexionswinkel bzw. Gradienten im Prägebild aufgenommen wird. Von der bei dem erfindungsgemäßen

Verfahren beleuchteten Oberfläche zeichnet ein Bildempfänger eine Aufnahme auf. Aus der einen Aufnahme werden Bilder zu den einzelnen Beleuchtungsabschnitten gewonnen. Hierzu werden die Farbanteile der unterschiedlichen Wellenlängenbereiche getrennt. Aus den so gewonnenen Bildern wird ein Maximumbild bestimmt, bei dem jedem Bildpunkt jeweils der maximale Intensitätswert aus den Bildern zugeordnet wird. Das Echt- oder Falschsignal für das aufgenommene Prägebild wird aus dem Maximumbild bestimmt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird aus einem Bild, durch Trennung in Teilbilder, die aus unterschiedlichen Richtungen, aber mit dem gleichen Neigungswinkel (Azimutalwinkel), ein Maximumbild ermittelt, das die Münzoberfläche für eine Erkennung des Prägebildes ausreichend gut wiedergibt.

**[0010]** Für die Erzeugung des Echt- oder Falschsignals hat es sich als zweckmäßig erwiesen, für die Aufnahme und/oder das Maximumbild, Mittelpunkt und Durchmesser der Münze zu bestimmen. Bevorzugt werden in dem Maximumbild ein oder mehrere Kreisringsegmente mit vorbestimmten Radien ausgeschnitten.

**[0011]** Überraschenderweise hat sich herausgestellt, daß für die Kreisringsegmente der mittlere Grauwert und/oder dessen Abweichung, bevorzugt Standardabweichung bereits ein guter Indikator für die Art der zu erkennenden Münze ist. Besonders vorteilhaft an diesem Merkmal des Prägebildes ist, daß es sich mit vergleichsweise geringem Rechenaufwand bestimmen läßt.

**[0012]** In einem weiteren bevorzugten Schritt werden die Werte der Bildpunkte im Maximumbild entlang von Kreisringprofilen mit einem vorbestimmten Radius in eine Frequenzdarstellung transformiert. Als Transformation hat sich eine Fouriertransformation, die bevorzugt als eine schnelle Fouriertransformation (FFT) ausgestaltet ist, als geeignet erwiesen. Die transformierten Spektren werden mit Referenzspektren verglichen, wobei die Abweichung bei der Bestimmung des Echt- oder Falschsignals berücksichtigt wird. Auch bei diesem Verfahrensschritt hat sich überraschenderweise herausgestellt, daß bereits der spektrale Vergleich entlang von Kreisringprofilen ausreicht, um zuverlässig einen Hinweis auf Echt- oder Falschheit des Prägebildes zu ge-

winnen.

**[0013]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung wird jeweils aus Paaren von Bildern zu den einzelnen Beleuchtungsabschnitten Differenzbilder bestimmt. Die Differenzbilder erlauben einerseits eine Diskriminierung von fotografischen Wiedergaben des Prägebildes und eignen sich andererseits im besonderen Maße dazu, einzelne Ausschnitte aus den Differenzbildern mit Referenzmustern auf eine Übereinstimmung hin zu vergleichen, sogenanntes Template-Matching. Bei diesem Vorgang werden Ausschnitte von Abbildern eines Prägebildes mit Referenzbildern verglichen.

**[0014]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Falschsignal generiert, wenn der mittlere Grauwert eines Differenzbildes unter einer vorbestimmten Schwelle liegt.

**[0015]** Die Trennung der Bilder aus der Aufnahme wird durch die Verwendung von Filtern, die für die einzelnen Wellenlängenbereiche durchlässig sind, erreicht. Bevorzugt werden bei der Verwendung einer CMOS- oder CCD-Kamera Mosaik-Filter eingesetzt.

**[0016]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt in einem ersten Schritt zunächst eine Klassifikation von möglichen Münztypen, wobei von den möglichen Münztypen zunächst diejenigen ausgeschlossen werden, bei denen ausgehend von dem Maximumbild der mittlere Grauwert und/oder die Abweichung außerhalb von einem vorbestimmten Intervall liegen; für die verbleibenden Münztypen werden die transformierten Spektren mit den charakteristischen Frequenzen der Referenzspektren verglichen.

**[0017]** Bei einer Weiterbildung wird nach dem Vergleich der Spektren ein oder mehrere Differenzbilder bestimmt und ausschnittsweise mit Referenzmustern der noch zu vergleichenden Münztypen verglichen.

**[0018]** Bevorzugt wird ein Echtesignal für die zu prüfende Münze immer dann erzeugt, wenn die Anzahl der möglichen Münztypen auf einen einzigen möglichen Münztyp reduziert wurde. Bevorzugt wird das Falschsignal immer dann erzeugt, wenn kein Münztyp mehr möglich ist.

**[0019]** Das erfindungsgemäße Verfahren wird an einem bevorzugten Ausführungsbeispiel nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 ein Flußdiagramm für einen Münzprüfer,

Fig. 2 Nassie-Schneidermann-Diagramm für eine beispielhafte Anwendung, bei der Euromünzen aus unterschiedlichen Ländern diskriminiert werden, und

Fig. 3 ein Beispiel für ein in einem Unwarp-Bild erfolgreich gefundenes Referenztemplate.

**[0020]** Bei dem 3-Farb-SSGM (3-Farb-Selektive-Stereo-Gradienten-Methode) bilden drei spezielle Teilbilder der Münze die Grundlage für die Auswertung der Topo-

graphie der Prägebilder. Die Teilbilder werden aus einer einzigen Aufnahme extrahiert.

**[0021]** Hierbei wird ein LED-Farb-Beleuchtungsring mit je fünf LEDs der Farben rot, blau und grün nach Farben getrennt in drei 120-Grad-Sektoren angeordnet. Beim Durchlauf der Münze durch eine Lichtschranke wird ein Triggersignal ausgelöst, das sowohl einen LED-Blitz für alle drei Farben zugleich auslöst, als auch die Kamera dazu veranlaßt, ein einziges Bild aufzunehmen. Die zur Aufnahme eingesetzte CMOS- oder CCD-Kamera ist mit einem Mosaik-Filter, beispielsweise einem Bayer-Patter ausgestattet, das die Informationen aus den drei Sektoren in der Aufnahme trennt. Nach der Trennung liegen wieder drei Teilbilder vor, die das zu erkennende Prägebild aus unterschiedlichen Richtungen beleuchten. In dem Flußdiagramm aus Fig. 1 ist die Bildaufnahmen in Verfahrensschritt 10 dargestellt und wird in Verfahrensschritt 12 in drei einzelne Bilder getrennt. Hierbei wird auf die Farben rot, grün und blau zurückgegriffen.

**[0022]** Aus den Teilbildern wird in Schritt 14 ein Differenzbild berechnet, dessen Verwendung die Fälschungssicherheit gegenüber Fotos gewährleistet. Das Differenzbild wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nur zur Prägebildverifikation eingesetzt, die Klassifikation wird nachfolgend an dem deutlich strukturstärkeren Maximumbild 16 durchgeführt. Das Maximumbild M ist definiert als

$$M(x, y) = \max [R(x, y); G(x, y); B(x, y)],$$

wobei für jeden Punkt  $(x, y)$  der Wert mit der größten Intensität aus dem Satz der Bilder  $R(x, y)$ ,  $G(x, y)$  und  $B(x, y)$  gewählt wird.

**[0023]** In dem nachfolgenden Verfahrensschritt 18 wird im ursprünglich aufgenommenen Bild die Münze gesucht, ausgeschnitten und in ein Bildformat mit vorge definierter Bildgröße, beispielsweise 256 x 256 Pixel gebracht. Bei dieser Operation wird auch der Durchmesser bestimmt. In diesem Schritt werden die Bilder unabhängig von der Münzgröße auf die gleiche Größe skaliert, was für den weiter unten noch zu diskutierenden Vergleich der mittleren Grauwerte wichtig ist.

**[0024]** In Schritt 20 erfolgt eine Segmentation des Bildes, bei der ausgehend vom Bildmittelpunkt, Kreis ringregionen betrachtet werden. Es hat sich herausgestellt, daß die Zerlegung des Bildes in einen äußeren Ring, einen mittleren Ring und ein Münzzentrum besonders vorteilhaft bei 2 Euro-Münzen ist.

**[0025]** In dem nachfolgenden Schritt 24 wird für die drei Ringregionen der mittlere Grauwert und die Standardabweichung der Grauwerte in den drei Ringregionen bestimmt.

**[0026]** Zusätzlich wird im äußeren Ring der Münze ein weiteres Unterscheidungsmerkmal verglichen. Hierzu wird der äußere Ring in ein Binärbild durch Verwendung geeigneter Schwellwerte umgewandelt. Die Binärbilder

werden auf zwei senkrecht zueinander stehende Achse projiziert. Ein charakteristisches Merkmal für das Prägebild der Münze ist der Abstand zwischen dem Center-of-Gravity (COG) und dem geometrischen Mittelpunkt des Bildes. Das Center-of-Gravity (COG) wird als mit dem Abstand gewichteter Mittelwert der Bildpunkte ermittelt. Das Bild ist hier das skalierte Bild, in dem der äußere Ring betrachtet wird. Der COG wird über die Achsenprojektionsmethode bestimmt. Anstelle eines Binärbildes kann auch ein Grauwert bzw. Farbbild verwendet werden.

**[0027]** In einem weiteren Verfahrensschritt 22, der parallel zu dem oben beschriebenen Verfahrensschritt 24 ablaufen kann, der aber auch nachgeordnet durchführbar ist, werden auf Kreisringen um den Mittelpunkt der skalierten Bilder Grauwertprofile abgetastet. Die Radien der Kreisringe sind hierbei vorbestimmt. Die Werte der Pixel entlang der Kreisringprofile werden Fouriertransformiert (FFT). Die dominante Frequenz von jedem FFT-Spektrum wird ermittelt. Die für die fünf Kreisringe ermittelten dominanten Frequenzen bilden in ihrer Gesamtheit ein weiteres charakteristisches Merkmal für die Münze.

**[0028]** In Schritt 26 wird ein Vorvergleich durchgeführt, ob die bis dahin gewonnenen Meßwerte für die aufgenommenen Münzen in vorbestimmten Zulässigkeitsintervallen liegen. Dieser Vergleich führt in Schritt 28 zu einer Klassifikation. Stellt sich in dem Klassifikationsschritt 28 heraus, daß das Muster mit keiner der vorgegebenen Referenzen übereinstimmt, so führt der Klassifikationsvorgang zur Zurückweisung 30 der Münze. Stellt sich heraus, daß mehrere Münzen in Frage kommen, so wird in Schritt 32 für diese Münzsorten ein Mustervergleich (Template-Match) durchgeführt. Wie in Fig. 3 dargestellt, wird hierzu das aufgenommene Bild der Münze abgewickelt und auf den doppelten Winkelbereich zur Vermeidung von Schnitten im Referenzmuster ergänzt. Das so ergänzte Bild 34 wird mit einem Referenzmuster 36 verglichen. Wie in Fig. 3 dargestellt, wird für das Referenzmuster 36 die Position in dem Bild 34 gefunden.

**[0029]** Der Verfahrensschritt 32 ist ein Verifikations schritt, bei dem überprüft wird, ob ein Münztyp in der engeren Auswahl tatsächlich in Betracht kommt. Denkbar ist hier auch eine Modifikation des Verfahrensschritt derart, daß jeder mögliche Münztyp mit den Referenz bildern aller möglichen Münztypen gefaltet wird, um den Münztyp mit der höchsten Übereinstimmung zu ermitteln.

**[0030]** In dem abschließenden Schritt 34 wird für das in Schritt 14 berechnete Differenzbild überprüft, ob es sich hierbei um ein Prägebild oder um ein Foto eines Prägebildes handelt. Dieser Schritt kann auch am Anfang des Vergleichs stehen.

**[0031]** Für diesen Schritt können eine Vielzahl von unterschiedlichen Ansätzen gewählt werden. In der Praxis haben sich zwei Ansätze als besonders vorteilhaft erwiesen. Bei einem ersten Ansatz wird in Größe des

Vorlagemusters an der Stelle im Bild, in der das Muster gefunden wurde, ein Bildausschnitt in Größe der Vorlage ausgeschnitten. Dieser Bildausschnitt wird durch die Anwendung von Schwellwerten in ein Binärbild gewandelt. Beispielsweise kann zur Festsetzung des Schwellwertes die Summe aus mittlerem Grauwert im Muster plus der Standardabweichung der Grauwerte im Muster angesetzt werden. Andere variable oder auch feste Schwellwerte sind denkbar.

**[0032]** Aus den drei Teilbildern werden Differenzbilder ermittelt. Als besonders vorteilhaft hat sich hier erwiesen:

**[0033]** Ein erstes Differenzbild (Diff1) aus den Bildern für rot (R) und grün (G) zu ermitteln. Ein zweites Differenzbild (Diff2) wird aus den Bildern für rot (R) und blau (B) ermittelt. Abschließend wird ein Differenzenbild (Diff12) als Differenz zwischen dem ersten und dem zweiten Differenzbild gebildet. Es kann jedoch auch ein Maximumbild zwischen dem ersten Differenzbild (Diff1) und dem zweiten Differenzbild (Diff2) gebildet werden:  $\text{Diff12} = \max[\text{Diff1}, \text{Diff2}]$ . Aus dem fertiggestellten Differenzenbild (Diff12) wird ein entfaltetes und auf den doppelten Winkelbereich ergänztes Bild hergestellt. Dieses Bild ist deckungsgleich mit dem bereits vorher zum Mustervergleich hergestellten Bild. Aus diesen entfalteten Bildern wird an gleicher Stelle ein Bildausschnitt in Größe des Referenzmusters entnommen. Die entnommenen Bildausschnitte werden miteinander multipliziert und für das Produkt wird der mittlere Grauwert berechnet. Liegt der mittlere Grauwert unterhalb einer vorbestimmten festen Schwellen, handelt es sich um ein Foto. Es bleibt nämlich im Falle eines Fotos nach der Multiplikation des Originalbildes mit den Differenzbildern nicht genügend Informationen in den Grauwerten des Produktbildes übrig.

**[0034]** Alternativ zu der vorgenannten Operation kann auch das Referenztemplate mit einem geeigneten Schwellwert in ein Binärbild verwandelt werden. Beispielsweise kann als Schwellwert wieder die Summe aus mittlerem Grauwert im Muster plus der Standardabweichung der Grauwerte im Muster verwendet werden. Auch andere variable oder feste Schwellwerte sind möglich. Es werden, wie oben beschrieben, die Differenzbilder ermittelt, wobei wieder die beiden Bildausschnitte, das Differenzwert und das binäre Referenz bild, werden miteinander multipliziert und für das Produkt wird der mittlere Grauwert berechnet. Auch hier wird eine fehlende dreidimensionale Topologie daran erkannt, daß der mittlere Grauwert unterhalb einer vorbestimmten Quelle liegt.

**[0035]** Auch andere Methoden zur Kombination der Differenzbilder mit Teilbildern sind möglich. Bei den vorgenannten beiden Varianten ist die grundlegende Idee gemeinsam, durch die Kombination von Teilbildern Differenzbilder zu erzeugen, die nur dann Informationsgehalt in Form von Grauwertstrukturen aufweisen, wenn die zu erkennende Münze ein Prägebild besitzt. Soll die Münzerkennung durch ein Foto getäuscht werden, so

besitzen die Differenzbilder keine ausreichende Information. Der Schlüssel, um die Informationen des 3D-Prägebildes der Münze zu erfassen, liegt in der Beleuchtung. Die Beleuchtung muß homogen sein und in den Sektoren die gleiche Intensität aufweisen.

**[0036]** Nach erfolgreicher Prägebilderkennung wird die erkannte Münze in Schritt 36 akzeptiert.

**[0037]** Fig. 2 zeigt in einem strukturierten Diagramm den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens an dem Beispiel einer Erkennung von Münzen unterschiedlicher Länder.

**[0038]** In Schritt 28 werden drei Farbteilbilder (R-, G-, 13-Bilder) aus dem aufgenommenen Kamerabild der Münze extrahiert. In Schritt 40 wird aus den drei Teilbildern ein Maximumbild berechnet. In Schritt 42 wird die Münze aus dem Aufnahmebild segmentiert und das segmentierte Bild in ein quadratisches Format zur Weiterbearbeitung umskaliert. In Schritt 44 werden die beiden oben beschriebenen Schritte durchgeführt, bei denen mittlere Grauwerte und dominante Frequenzen mit Referenzbildern verglichen werden. So noch nicht alle Länder der zu prüfenden Klasse vollständig überprüft wurden, wird Schleife 46 in dem Verfahren wiederholt. Insgesamt liegen damit die folgenden charakteristischen Merkmale vor:

1. Mittlerer Grauwert im Ring 1,
2. Standardabweichung der Grauwerte im Ring 1,
3. Mittlerer Grauwert in Ring 2,
4. Verhältnis der mittleren Grauwerte in Ring 1 und 2,
5. Standardabweichung der Grauwerte in Ring 2,
6. Mittlerer Grauwert in Ring 3,
7. Verhältnis der mittleren Grauwerte von Ring 2 und Ring 3,
8. Standardabweichung der Grauwerte in Ring 3,
9. Verhältnis der mittleren Grauwerte von Ring 1 und 3,
10. Abstand des COG im Ring 1 zum geometrischen Mittelpunkt der Münze bzw. zum Zentrum des Rings,
11. Durchmesser,
- 12.-16. Dominante Frequenzen der Grauwerte auf fünf Kreisringen.

**[0039]** Anhand der obengenannten Meßwerte bzw. einer Untergruppe dieser Meßwerte wird nun in Schritt 48 ein Vergleich durchgeführt. Ergibt der Vergleich, daß die Meßwerte in einem vorbestimmten Zulässigkeitsintervall liegen, so kommt der entsprechende Münztyp in die engere Wahl 50. Lediglich bei dem Frequenzvergleich wird kein einheitliches Zulässigkeitsintervall vorgegeben, sondern es werden für die Frequenz drei mögliche Meßwerte erlaubt. Jeder der drei Meßwerte ist mit einem Zulässigkeitsintervall verknüpft. Eine dominante Frequenz wird dann erkannt, wenn die gemessene Frequenz innerhalb eines der drei vor bestimmten Zulässigkeitsintervalle liegt.

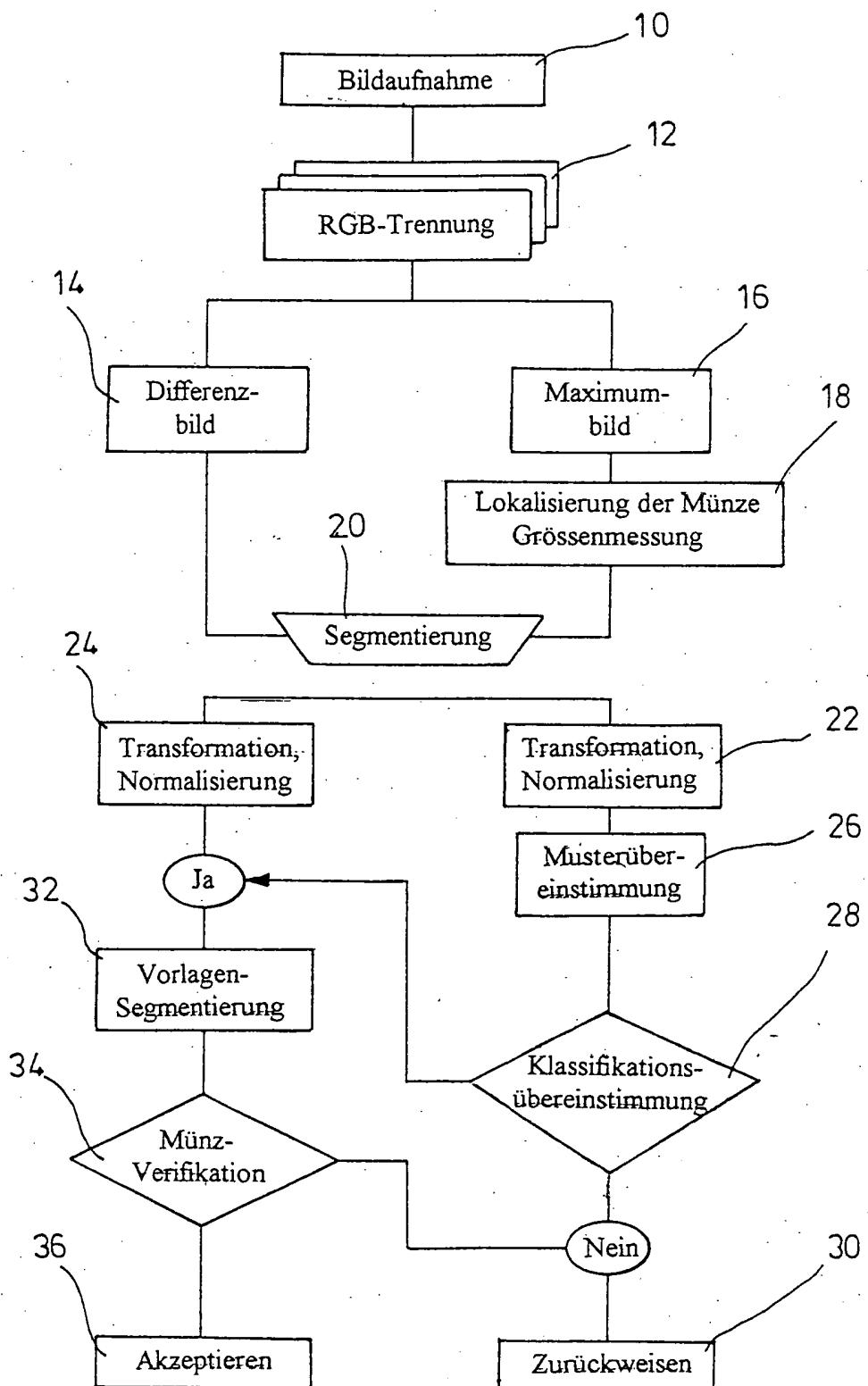
**[0040]** In Schritt 54 wird überprüft, ob mindestens ein Typ in die engere Auswahl gelangt. In diesem Fall werden in Schritt 56 zwei entfaltete Bilder berechnet, von denen ein erstes aus dem in Schritt 42 skalierten Bild 5 stammt und das zweite das Referenzbild ist.

**[0041]** Solange noch ungeprüfte Münztypen vorliegen, wird die nachfolgende Klassifikationsschleife ausgeführt. In Schritt 60 wird für den noch zu überprüfenden Münztyp das entsprechende Referenz-Template (Referenzmuster) geladen. In Schritt 62 wird das Muster mit einem der in Schritt 56 erzeugten, entfalteten Bilder verglichen. Wird das Template in dem entfalteten Bild gefunden und überschreitet die Übereinstimmung ein Minimumswert (Verfahrensschritt 64), so wird in Schritt 66 der Fundort des Templates in das entfaltete Bild eingezeichnet. Für die Ausschnitte wird der oben beschriebene Vergleich unter Erzeugung des Produktbildes in Schritt 68 durchgeführt. Anschließend wird die Prägebildverifikation vorgenommen. Ist der Wert für die Prägebildverifikation schlecht, so scheidet in Schritt 72 die getestete Münze ebenfalls aus. Sollten nach Beendigung der Schleife 58 mehr als eine Münze übrigbleiben, so können aus diesen die Münze mit den besten Vergleichswerten (beispielsweise aus Schritt 48) ausgewählt werden.

## Patentansprüche

- 30 **1.** Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze in einem Münzautomaten, mit folgenden Verfahrensschritten:
  - die zu erkennende Münze wird an einem Bildempfänger und einer Lichtquelle vorbei bewegt,
  - die Lichtquelle besitzt mindestens zwei Beleuchtungsabschnitte, die ein Objektfeld der zu erkennenden Münze aus unterschiedlichen Richtungen, unter dem gleichen Winkel gegenüber der Flächennormalen des Objektfeldes, mit einander sich nicht überlappenden Wellenlängenbereichen beleuchtet,
  - der Bildempfänger zeichnet eine Aufnahme des Objektfeldes auf, aus der Bilder zu den einzelnen Beleuchtungsabschnitten der einzelnen Wellenlängenbereiche gewonnen werden,
  - ein Maximumbild wird aus den Bildern bestimmt, bei dem jedem Bildpunkt der maximale Intensitätswert aus den Bildern der einzelnen Wellenlängenbereich zugeordnet ist,
  - ein Echt- oder Falschsignal wird aus dem Maximumbild bestimmt.
- 35 **2.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Aufnahme und/oder das Maximumbild, Mittelpunkt und Durchmesser der Münze bestimmt werden.
- 40 **3.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme des Maximumbildes aus der Aufnahme des Objektfeldes abgeleitet wird.
- 45 **4.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme des Maximumbildes aus der Aufnahme des Objektfeldes abgeleitet wird, wobei die Aufnahme des Objektfeldes aus der Aufnahme des Maximumbildes abgeleitet wird.
- 50 **5.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahme des Maximumbildes aus der Aufnahme des Objektfeldes abgeleitet wird, wobei die Aufnahme des Objektfeldes aus der Aufnahme des Maximumbildes abgeleitet wird, wobei die Aufnahme des Maximumbildes aus der Aufnahme des Objektfeldes abgeleitet wird.
- 55 **6.** Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die Aufnahme und/oder das Maximumbild, Mittelpunkt und Durchmesser der Münze bestimmt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** in dem Maximumbild ein oder mehrere Kreisringsegmente mit vorbestimmten Radien ausgeschnitten werden.
- 5
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Erzeugung des Echt- oder Falschsignals unter Verwendung des mittleren Grauwerts der Kreisringsegmente und/oder einer Abweichung der Grauwerte von dem mittleren Grauwert erfolgt.
- 10
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Werte der Bildpunkte im Maximumbild entlang von Kreisringprofilen mit einem vorbestimmten Radius in eine Frequenzdarstellung transformiert werden.
- 15
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Transformation der Pixelwerte eine Fouriertransformation, insbesondere eine Schnellfouriertransformation (FFT) ausgeführt wird.
- 20
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die transformierten Spektren mit Referenzspektren verglichen werden und die Abweichungen bei der Bestimmung der Echt- oder Falschsignale berücksichtigt werden.
- 25
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** aus Paaren von Bildern zu den einzelnen Beleuchtungsabschnitten Differenzbilder bestimmt werden.
- 30
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein oder mehrere Ausschnitte aus den Differenzbildern mit Referenzmustern auf ihre Übereinstimmung hin verglichen werden.
- 35
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Trennung der Aufnahme in Bilder zu den einzelnen Beleuchtungsabschnitten über Filter erfolgt.
- 40
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Trennung der Aufnahme in Bilder ein Mosaik-Filter für eine CMOS- oder CCD-Kamera eingesetzt wird.
- 45
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Falschsignal generiert wird, wenn der mittlere Grauwert eines Differenzbildes unter einem vorbestimmten Schwellwert liegt.
- 50
13. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß**
- 55
- in einem ersten Schritt zunächst eine Klassifikation von möglichen Münztypen erfolgt, wobei von den möglichen Münztypen zunächst diejenigen ausgeschlossen werden, bei denen ausgehend von dem Maximumbild der mittlere Grauwert und/oder die Abweichung außerhalb von einem vorbestimmten Intervall liegen und/oder die transformierten Spektren mit ihren charakteristischen Frequenzen von vorbestimmten Referenzspektren der Münztypen abweichen.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** für nach dem Vergleich noch verbleibende Münztypen ein oder mehrere Differenzbilder aus den Bildern zu den Wellenlängenbereichen bestimmen und ausschnittsweise mit Referenzmustern des noch zu vergleichenden Münztyps verglichen werden.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Echtesignal immer dann erzeugt wird, wenn die Anzahl der möglichen Münztypen auf einen einzigen Münztyp reduziert wurde.
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Falschsignal immer dann erzeugt wird, wenn die Anzahl der möglichen Münztypen auf Null reduziert wurde.

FIG.1

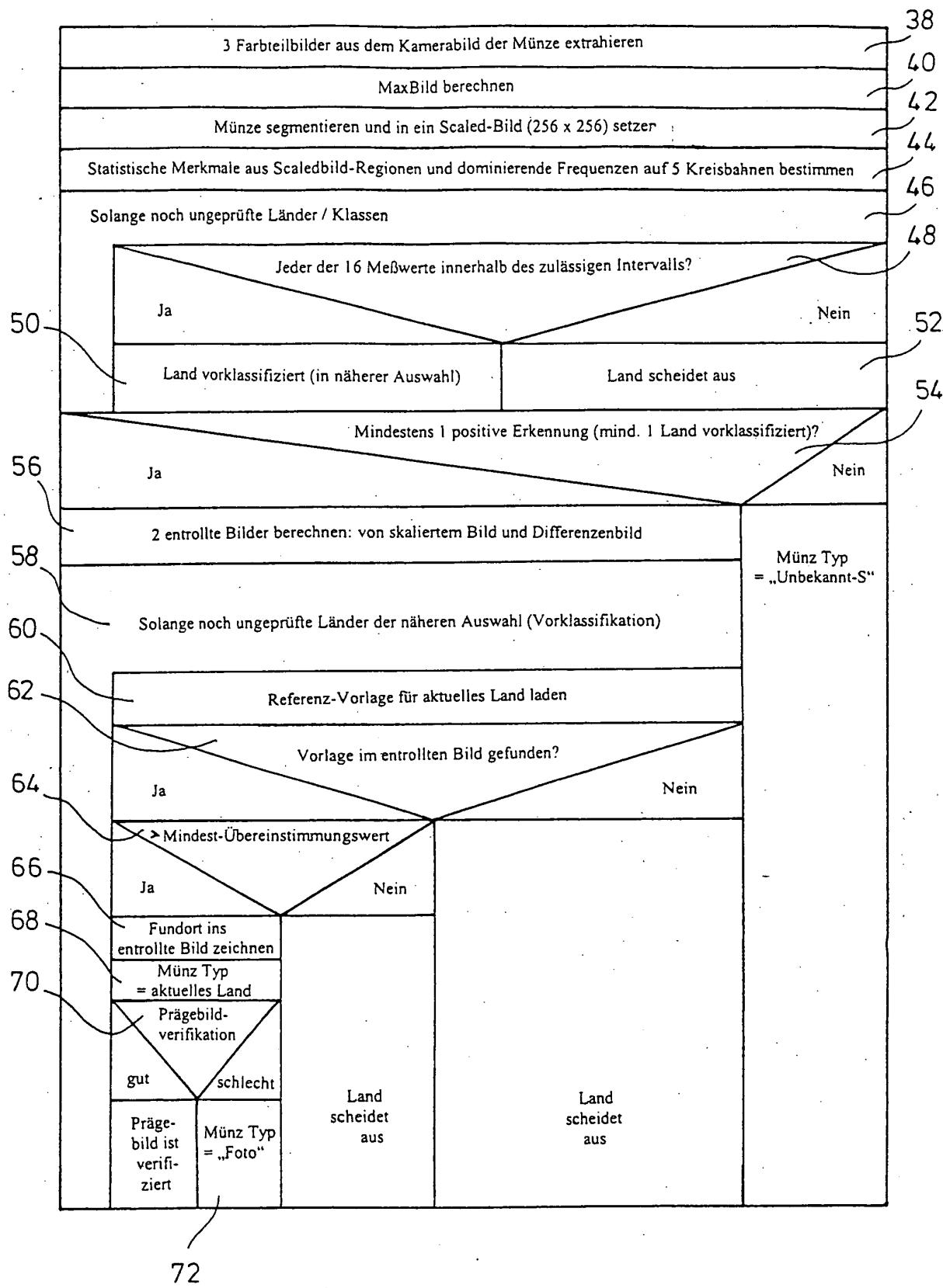


FIG. 2

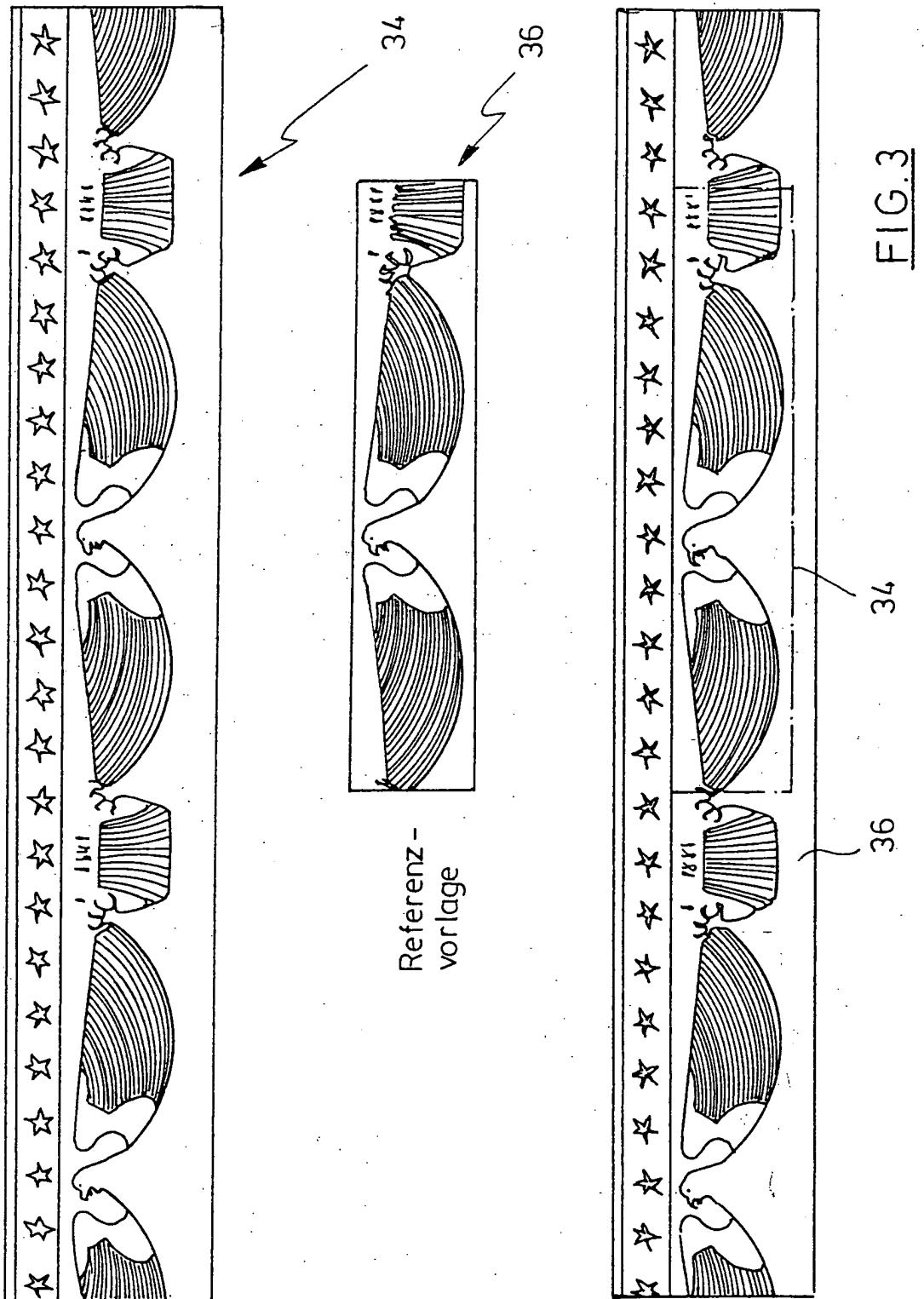


FIG. 3



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 03 02 8395

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	DE 100 51 009 A (NAT REJECTORS GMBH) 2. Mai 2002 (2002-05-02) * Absatz [0008] - Absatz [0016] * * Absatz [0024] * * Absatz [0028] * * Abbildungen 2,3,5 * ---	1-16	G07D5/00
A	US 5 220 614 A (CRAIN LOUIS M) 15. Juni 1993 (1993-06-15) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 55 * * Spalte 5, Zeile 13 - Zeile 26 * * Spalte 10, Zeile 30 - Zeile 57 * * Spalte 24, Zeile 15 - Zeile 51 * * Spalte 28, Zeile 53 - Spalte 29, Zeile 24 * * Spalte 30, Zeile 25 - Zeile 46 * * Abbildungen 1-5,7-9 * ---	1-16	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 03, 27. Februar 1998 (1998-02-27) & JP 09 305768 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 28. November 1997 (1997-11-28) * Zusammenfassung * ---	1-16 -/-	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7) G07D G07F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
MÜNCHEN	19. März 2004		Königer, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

**Nummer der Anmeldung**

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 0 898 163 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG ;SPECTRA PHYSICS VISIONTECH OY (FI); VTT) 24. Februar 1999 (1999-02-24) * Zusammenfassung * * Absatz [0001] * * Absatz [0006] * * Absatz [0013] - Absatz [0016] * * Absatz [0018] * * Absatz [0024] - Absatz [0026] * * Absatz [0038] - Absatz [0039] * * Absatz [0045] - Absatz [0046] * * Absatz [0069] - Absatz [0070] * * Abbildungen * ----- 	1-16	
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	19. März 2004	Königer, A	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 02 8395

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-03-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10051009	A	02-05-2002	DE	10051009 A1	02-05-2002	
			EP	1197926 A2	17-04-2002	
US 5220614	A	15-06-1993	US	5224176 A	29-06-1993	
JP 09305768	A	28-11-1997		KEINE		
EP 0898163	A	24-02-1999	EP	0898163 A1	24-02-1999	
			AT	197503 T	11-11-2000	
			DE	69703487 D1	14-12-2000	
			DE	69703487 T2	13-06-2001	
			WO	9910730 A1	04-03-1999	
			ES	2153150 T3	16-02-2001	
			JP	3423688 B2	07-07-2003	
			JP	2001514386 T	11-09-2001	
			US	6166393 A	26-12-2000	