



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: G 01 J 1/10
G 01 N 21/87
B 07 C 5/342



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11)

638 896

(21) Gesuchsnummer: 3029/79

(22) Anmeldungsdatum: 02.04.1979

(30) Priorität(en): 03.04.1978 ZA 78/1879
03.04.1978 ZA 78/1880

(24) Patent erteilt: 14.10.1983

(45) Patentschrift
veröffentlicht: 14.10.1983

(73) Inhaber:
De Beers Consolidated Mines Limited,
Kimberley/Cape Province (ZA)

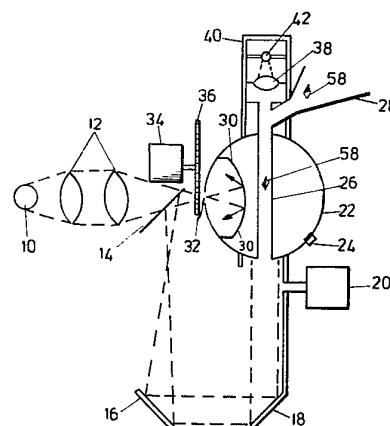
(72) Erfinder:
Jacobus Hermanus Grobbelaar,
Alberton/Transvaal (ZA)
Richard Neville Colson, Kempton
Park/Transvaal (ZA)
Charlie Maurice Levitt, Victory Park/Transvaal
(ZA)
Samuel Chatterley, Florida Lake/Transvaal (ZA)

(74) Vertreter:
Patentanwälte W.F. Schaad, V. Balass, E.E.
Sandmeier, Zürich

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Farbschattierung von Gegenständen.

(57) Zur Messung der Farbschattierung von Gegenständen bzw. Teilchen wird der Gegenstand (58) mit Licht (10) variabler Intensität beleuchtet und gegen einen Hintergrund (18) betrachtet, der gleichmässig beleuchtet ist. Nun wird das Verhältnis derjenigen Zeit, bei der die Lichtintensität vom Teilchen diejenige vom Hintergrund übersteigt, zur Gesamtzeit bestimmt, um ein Mass für die Farbschattierung des Gegenstandes zu erhalten.

Das Verfahren kann zum Sortieren von Edelsteinen, insbesondere Diamanten, angewendet werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Bestimmung der Farbschattierung von Gegenständen, dadurch gekennzeichnet, dass man eine Bezugsbeleuchtung herstellt und den Gegenstand beleuchtet, wobei die relativen Lichtstärken der Bezugsbeleuchtung und der Gegenstandsbeleuchtung veränderlich sind, und dass man die Lichtstärke mindestens des Gegenstandes mit der Lichtstärke der Bezugsbeleuchtung vergleicht, um auf diese Weise ein Mass für die Farbschattierung des Gegenstandes zu erhalten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bezugsbeleuchtung durch einen beleuchteten Hintergrund gebildet wird, und dass man den Gegenstand beleuchtet, während er sich vor einem vorgegebenen Bereich dieses Hintergrundes befindet, und dass die Lichtstärke des Gegenstandes und des genannten Bereiches des Hintergrundes mit der Lichtstärke des beleuchteten Hintergrundes verglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Mass desjenigen Zeitabschnittes erhält, in dem die Lichtstärke vom Gegenstand und vom genannten vorgegebenen Hintergrundbereich grösser oder kleiner als die Lichtstärke vom beleuchteten Hintergrund während einer vorgegebenen Zeitspanne ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der gemessenen Zeitspanne zur vorgegebenen Zeitspanne bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Zeitspanne diejenige ist, während der sich der Gegenstand vor dem Hintergrund befindet.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Gegenstand vor den Hintergrund gebracht wird, indem er sich in freiem Fall befindet.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Gegenstand bei seinem Fall in Richtung des Hintergrundes beleuchtet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass man den Gegenstand mit Licht veränderlicher Intensität beleuchtet und die Bezugsbeleuchtung praktisch konstant hält.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass man den Gegenstand mit Licht veränderlicher Intensität beleuchtet und die Bezugsbeleuchtung praktisch konstant hält.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtstärke periodisch schwankt.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtstärke mit konstanter Frequenz sägezahnmoduliert ist.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss Patentanspruch 1, gekennzeichnet durch Mittel (10, 12, 14, 16, 18) zur Erzeugung einer Bezugsbeleuchtung, Mittel (10, 12, 32, 22) zur Beleuchtung des Gegenstandes, wobei die relativen Lichtstärken der Bezugsbeleuchtung und der Gegenstandsbeleuchtung veränderlich sind, und durch Mittel (42, 50, 52, 54, 56) zum Vergleich der Lichtstärke von mindestens dem Gegenstand mit der Stärke der Bezugsbeleuchtung, um ein Mass für die Farbschattierung des Gegenstandes zu erhalten.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Erzeugung der Bezugsbeleuchtung einen Hintergrund (18) und eine Lichtquelle (10, 12, 14) zur Beleuchtung des Hintergrundes aufweisen, wobei der Gegenstand beleuchtet wird, während er sich vor einem vorgegebenen Bereich des Hintergrundes befindet, und dass die Vergleichsmittel zum Vergleich der Lichtstärke vom Gegenstand und vom genannten Hintergrundbereich mit der Lichtstärke des beleuchteten Hintergrundes eingerichtet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, weiterhin gekennzeichnet durch Mittel (52, 54) zur Erzeugung eines Masses für die Zeitspanne, in der die Lichtstärke vom Gegenstand und vom genannten Hintergrundbereich grösser oder kleiner als die Lichtstärke vom beleuchteten Hintergrund während einer vorgegebenen Zeitspanne ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch Mittel (52, 54) zur Erzeugung des Verhältnisses aus der gemessenen zur vorgegebenen Zeitspanne.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Vergleichsmittel einen Detektor (42) aufweisen, der auf die Beleuchtungsstärke des beleuchteten Hintergrundes anspricht, und dass die Mittel zur Beleuchtung des Gegenstandes eine Lichtquelle (10, 12), eine Integrierkugel (22), eine Öffnung in der Kugelwandung zum Lichteintritt von der Lichtquelle in die Kugel sowie einen Eintritt und einen Austritt für den Durchgang des Gegenstandes durch die Kugel und den Lichtdurchgang vom genannten Flächenbereich des Hintergrundes zum Detektor ermöglichen, wobei die Kugel vor dem Hintergrund (18) angeordnet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch Mittel (36) zur Veränderung der Stärke des Lichtes, welches durch die Öffnung in die Kugel eintritt.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Schattierungen (Farbnuancen) von Gegenständen.

Gegenstände wie Edelsteine, insbesondere Diamanten, können nach ihrer Farbe und ihrer Farbschattierung sortiert werden. Beispielsweise findet sich zwischen den Farben Weiss und Schwarz eine ganze Anzahl von Grauschattierungen, bei denen sämtliche die gleichen relativen Verhältnisse der Primärfarben vorhanden sind. Der Unterschied zwischen einer weissen Fläche und einer grauen Fläche ist der, dass die weisse Fläche das gesamte auffallende Licht reflektiert, während die graue Fläche einen Teil des Lichtes absorbiert und das übrige reflektiert.

In der Diamantenindustrie benötigt man immer mehr Apparate zur automatischen Sortierung der Diamanten nach ihrer Färbung. Eine Farbbestimmung eines Diamanten kann beispielsweise dadurch ausgeführt werden, dass man die relativen Intensitäten der Primärfärbungen misst, die der Diamant reflektiert. Eine solche Bestimmung hängt jedoch von der Schattierung nicht ab.

Eine Möglichkeit zur Bestimmung der Farbschattierung eines Gegenstandes ist der Vergleich des Gegenstandes mit einem unterschiedlich beschatteten beleuchteten Hintergrund. Wenn man einen Gegenstand gegen einen Hintergrund mit der gleichen Schattierung betrachtet, so scheint der Gegenstand zu verschwinden. Wenn diese Betrachtung elektronisch erfolgt, beispielsweise mit einem Photodetektor, der auf die Lichtintensität auf dem Hintergrund anspricht, so findet man, dass der Output des Detektors sich nicht ändert, wenn Teilchen und Hintergrund die gleiche Schattierung haben. Wenn das Teilchen jedoch nicht die gleiche Schattierung wie der Hintergrund aufweist, ändert sich die Amplitude des Output-Signals am Detektor. Die Änderung des Ausgangssignals des Detektors ist eine Funktion der Schattierung des Gegenstandes und dessen Grösse. Bei den bestehenden Verfahren zur Sortierung nach der Schattierung versucht man nicht, die jeweilige Amplitude des erzeugten Signals aufzuzeichnen. Die Sortierung wird lediglich auf der Grundlage vorgenommen, ob die Amplitude des Ausgangssignals positiv oder negativ bezüglich eines Nullniveaus geändert wird. Die Tatsache, dass die Amplitude des Signals von der Grösse des Gegenstandes abhängt, wird nicht beachtet.

Die Gegenstände, welche ein positives oder negatives Signal erzeugen, können bei jedem Durchgang ausgeworfen werden, da ihre Schattierungen heller oder dunkler als der verwendete Hintergrund ist. Um eine Sortierung nach jeder Schattierung vornehmen zu können, ist es aber erforderlich, für jede Schattierung einen vollständigen Durchgang durch die Sortiermaschine mit jeweils unterschiedlich eingestelltem Hintergrund vorzunehmen.

Aufgabe der Erfindung ist ein verbessertes und beschleunigtes Verfahren zur Bestimmung der Schattierung eines Gegenstandes.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Schritte gekennzeichnet. Weiterhin wird vorzugsweise die Bezugsbeleuchtung durch einen beleuchteten Hintergrund dargestellt, und der Gegenstand wird beleuchtet, während er sich vor einem gegebenen Flächenbereich des Hintergrundes befindet; die Lichtstärke vom Gegenstand und vom erwähnten Flächenbereich des Hintergrundes wird mit der Lichtstärke vom beleuchteten Hintergrund verglichen.

Beim Verfahren wird vorzugsweise weiterhin ein Mass für die Zeitdauer, während welcher die Lichtstärke vom Gegenstand und vom vorgegebenen Flächenbereich des Hintergrundes grösser oder kleiner als die Lichtstärke vom beleuchteten Hintergrund während einer vorgegebenen Zeitdauer ist, berechnet.

Das Verhältnis der gemessenen Zeitdauer zur vorgegebenen Zeitdauer kann bestimmt werden, und man erhält dadurch ein Mass für die Schattierung des Gegenstandes.

Weiterhin wird vorzugsweise der Gegenstand beleuchtet, während er sich vor dem Hintergrund befindet und frei in Richtung dieses Hintergrundes fällt.

Weiterhin wird der Gegenstand praktisch gleichförmig von allen Seiten her beleuchtet.

Obwohl es in den Schutzbereich der Erfindung fällt, dass man den Gegenstand mit Licht praktisch gleichförmiger Intensität beleuchtet und die Bezugsbeleuchtung variabel gestaltet, wird bevorzugt, dass man den Gegenstand mit Licht variabler Intensität beleuchtet und die Bezugsbeleuchtung praktisch konstant hält.

Die Lichtstärke der Gegenstandsbeleuchtung kann schwanken und ist bevorzugt durch eine Sägezahnkurve moduliert.

Zur Erfindung gehört weiterhin eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Diese Vorrichtung ist im Patentanspruch 12 definiert.

Die Mittel zur Schaffung der Bezugsbeleuchtung bestehen vorzugsweise aus einem Hintergrund und einer Lichtquelle zur Beleuchtung des Hintergrundes, wobei der Gegenstand beleuchtet wird, während er sich vor einem vorgegebenen Flächenbereich des Hintergrundes befindet, und die Vergleichsmittel sind zum Vergleich der Lichtstärke vom Gegenstand und von dem vorgegebenen Flächenbereich des Hintergrundes mit der Lichtstärke des beleuchteten Hintergrundes eingerichtet.

Die Vorrichtung enthält vorzugsweise Mittel zur Bildung eines Masses der Zeitdauer, während welcher die Lichtstärke vom Gegenstand und vom erwähnten Flächenbereich des Hintergrundes grösser oder kleiner als die Lichtstärke vom beleuchteten Hintergrund ist, und zwar während einer vorgegebenen Zeitdauer, sowie Mittel zur Bestimmung des Verhältnisses der gemessenen zur vorgegebenen Zeitdauer.

Diese Mittel zur Bildung des Vergleiches enthalten vorzugsweise einen Detektor, der auf die Lichtstärke vom beleuchteten Hintergrund anspricht, und die Mittel zum Beleuchten des Gegenstandes weisen eine Lichtquelle und eine Integrationskugel auf, wobei die Wandung der Kugel mit einer Öffnung versehen ist, durch welche Licht von der Licht-

quelle in die Kugel eindringen kann und die Kugel vor dem Hintergrund liegt und eine Eingangsöffnung und eine Ausgangsöffnung aufweist, wodurch der Gegenstand durch die Kugel hindurchtreten kann und das Licht vom genannten, vorgegebenen Flächenbereich vom Hintergrund zum Detektor gelangen kann.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert, worin bedeuten:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemässen Vorrichtung,

Fig. 2 ein Schaltschema der zusammen mit der Vorrichtung gemäss Fig. 1 verwendeten Elektronik,

Fig. 2a eine andere Schaltung der Vorrichtung gemäss Fig. 2,

Fig. 3, 4 und 5 verschiedene Wellenformen, welche die erfindungsgemässe Vorrichtung bildet,

Fig. 6 eine teilgeschnittene Seitenansicht einer Sortiervorrichtung,

Fig. 7 einen Querschnitt durch die Vorrichtung gemäss Fig. 6 entlang der Linie 7-7 und

Fig. 8 ein Fig. 7 ähnlicher Schnitt einer geänderten Sortiervorrichtung.

Gemäss Fig. 1 und 2 weist die erfindungsgemässe Vorrichtung eine Lampe 10, ein Linsensystem 12, einen Strahlenteiler 14, einen Spiegel 16, einen Hintergrund 18, einen Druckluftgenerator 20, eine Integrierkugel 22, einen an der Kugelwandung angebrachten Photodetektor 24, ein Glasrohr 26, das sich durch die Kugel 22 erstreckt und am oberen Ende einen Einlasstrichter 28 aufweist, eine Höhlung 30 im Inneren der Kugel und hinter einer Öffnung 32, die die Kugelwandung durchbricht, einen Motor 34 und ein Zahnrad 36, welches vom Motor angetrieben wird und zwischen dem Strahlenteiler 14 und der Öffnung 32 liegt, eine Linse 38 im Inneren eines Gehäuses 40 oberhalb des oberen Endes des Glasrohres 26 und einen Photodetektor 42 oberhalb der Linse 38 auf.

Das Ausgangssignal des Photodetektors 42 gelangt an einen Differentialverstärker 50 (Fig. 2), und dieser Verstärker ist mit einem Nullpunktdetektor 52 verbunden, dessen Ausgang zu einem Mikroprozessor 54 und einem automatischen Niveauregler mit Klapp 56 (Tastspeichereinheit) führt.

Die Vorrichtung arbeitet folgendermassen. Diamanten 58, die nach ihrer Schattierung zu sortieren sind, gelangen durch den Trichter 28 in das Glasrohr 26. Die Diamanten werden nur einzeln in das Glasrohr gegeben, und zwar mittels einer nicht dargestellten Zugabevorrichtung, derart, dass zu gleicher Zeit nur ein Diamant im Glasrohr 26 ist. Vor der Einführung eines Diamanten in das Glasrohr 26 erhält der Photodetektor 42 ausschliesslich Licht vom Hintergrund 18. Der Hintergrund 18 wird durch Licht der Lampe 10 beleuchtet, welches durch das Linsensystem 12 gegangen ist und vom Strahlenteiler 14 auf den Spiegel 16 und dann auf den Hintergrund geworfen wird. Vor der Einführung eines Diamanten in das Glasrohr wird das Zahnrad 36 mit konstanter Drehzahl gedreht, so dass ein moduliertes Lichtsignal durch die Öffnung 32 in die Kugel 22 eintritt. Wegen der Anwesenheit der Höhlung 30 und da das Gesichtsfeld des Detektors 42 auf den Mittelpunkt des Hintergrundes 18 gerichtet ist, gelangt nur sehr wenig dieses modulierten Lichtes an den Photodetektor 42. Während dieser Phase wird der Photodetektor 42 praktisch nur vertikal durch Licht vom Hintergrund 18 beleuchtet, und da die Intensität dieses Lichtes konstant ist, ergibt das Ausgangssignal des Photodetektors 42 ebenfalls einen konstanten Wert. Diese statische Bedingung wird im Diagramm von Fig. 3 durch die Linie 60 konstanter Amplitude wiedergegeben.

Wenn ein Diamant 58 in das Glasrohr 26 gelangt, gibt das Zahnrad 36, das vom Motor 34 gedreht wird, den Weg des

Lichtes von der Lampe 10 von Zeit zu Zeit frei, und dieses Licht gelangt dann durch die Öffnung 32 in die Kugel 22. Die Intensität dieses Lichtes ändert sich von Dunkelheit bis zur höchsten Helligkeit, und vorzugsweise ist die Lichtintensität in Abhängigkeit von der Zeit nach Art einer Sägezahnkurve moduliert. Dies wird unter anderem durch eine passende Umdrehungszahl des Motors und die Grösse und Anzahl der Zähne des Zahnrades 36 sowie die Stelle des Brennpunktes des Linsensystems 12 erreicht.

Das Licht, welches durch die Öffnung 32 hindurchtritt, wird von den Wandungen der Höhlung 30 im Inneren der Kugel 32 reflektiert. Diese Wandung ist mit einer bariumsulfathaltigen photometrischen Schicht mit neutraler spektraler Reflexionsfähigkeit versehen, und das auffallende Licht wird in alle Richtungen im Inneren der Kugel mit einem Mindestverlust an Amplitude und Farbbinterferenz reflektiert. Es ergibt sich, dass ein Diamant 58 im Inneren des Glasrohres 26 von allen Seiten gleichförmig mit Licht beleuchtet wird, dessen Intensität sägezahnförmig veränderlich ist.

Das Licht aus der Öffnung 32, welches über die Innenwandung der Kugel 22 auf den Diamanten 58 während dessen Fall durch das Glasrohr 26 nach unten auftritt, wird vom Diamanten reflektiert, und ein Teil dieses Lichtes geht unmittelbar nach oben und trifft auf den Photodetektor 42.

Wenn die Öffnung 32 verschlossen wäre und der Diamant 58 durch das Rohr fällt, so würde lediglich das Ausgangssignal des Photodetektors 42 vermindert werden. Dies wird durch den Kurventeil 62 in Fig. 3 (reduzierte Amplitude) veranschaulicht. Diese reduzierte Amplitude entsteht, weil das Teilchen 58 verhindert, dass Licht vom Hintergrund 18 auf den Photodetektor 42 fällt. Je grösser das Teilchen ist, desto grösser ist die Lichtmenge vom Hintergrund 18, welche den Photodetektor nicht erreicht. Im Verlaufe des Falles des Teilchens durch das Rohr ändert sich seine Lage ständig, und daher ändert sich auch die Fläche und sein Schatten, welchen es auf den Hintergrund wirft. Auf diese Tatsachen sind die Amplitudenschwankungen des Ausgangssignals des Photodetektors längs des Linienzuges 62 zurückzuführen.

Fig. 4 zeigt das sägezahnmodulierte Ausgangssignal des Photodetektors 42, welches sich ergibt, wenn der Diamant 58 durch Licht der Öffnung 32 beleuchtet wird, während er durch das Glasrohr 26 fällt. Dieses Ausgangssignal stellt die Summe zweier Komponenten dar, nämlich einer ersten Komponente, welche das Licht des Hintergrundes 18 ist und auf den Photodetektor auffällt, äquivalent dem Ausgangssignal 60 gemäss Fig. 3, und einer zweiten Komponente, welche durch das Licht der Öffnung 32 dargestellt wird, das am Diamanten 58 zum Photodetektor reflektiert wird und welches sich einfach dem Ausgangssignal des Hintergrundes 18 überlagert.

Die Lichtmenge, welche vom Diamanten reflektiert wird, hängt von dessen Grösse und Schattierung ab. Gemäss Fig. 4 wird jedoch ein Zustand erreicht, an welchem die vom Diamanten reflektierte Lichtmenge nur noch von dessen Farbschattierung abhängt, wenn nämlich die sägezahnförmige Amplitude des Ausgangssignals vom Photodetektor 42 gleich wird mit dem Niveau 64 des Ausgangssignals, welches der Photodetektor unmittelbar vor dem Eintritt des Diamanten in das Glasrohr 26 lieferte. In diesem Augenblick würde ein Diamant scheinbar verschwinden, wenn man ihn gegen den Hintergrund 18 betrachten würde. Da der Diamant während seines Durchganges durch die Kugel 22 dauernd durch Licht von der Öffnung 32 beleuchtet wird, ist das Ausgangssignal des Photodetektors 42 proportional dem Niveau 64. Man kann daher ein Mass für die Schattierung des Diamanten erhalten, wenn man das Verhältnis derjenigen Zeitdauer, während der das Ausgangssignal des Photodetektors oberhalb des

Niveaus 64 liegt, zu derjenigen Zeitdauer berechnet, während welcher das Teilchen durch die Kugel hindurchfällt.

Die Schaltung gemäss Fig. 2 führt diese Rechnung aus. Das Ausgangssignal des Photodetektors 42 gelangt an den Differentialverstärker 50 und wird nach Verstärkung im Komparator 52 mit einem Signal der Amplitude 0 verglichen. Der Komparator arbeitet daher als Nulldurchgangsdetektor, welcher einen festen Amplitudenimpuls während einer Zeitdauer erzeugt, bei der das Ausgangssignal des Photodetektors oberhalb des Niveaus 64 liegt. Das Ausgangssignal des Nulldurchgangsdetektors ist demgemäss ein Impulszug 66, siehe Fig. 5, mit festgelegter Amplitude, aber veränderlicher Impulsdauer. Der Mikroprozessor 54 berechnet den Mittelwert des Ausgangssignals des Nulldurchgangsdetektors. Dieser im Mikroprozessor berechnete Mittelwert dient zum Antrieb einer in Fig. 6 bis 8 dargestellten Sortiervorrichtung, welche den gemessenen Diamanten nach der bestimmten Schattierung sortiert.

Die Tastspeichereinheit 56 wird dazu verwendet, das Lichtniveau 60 oder 64 am Photodetektor 42 unmittelbar vor Eintritt des Diamanten 58 in das Glasrohr zu ermitteln. Der Wert dieses Niveaus wird während derjenigen Zeitdauer gespeichert, die der Diamant für seinen Durchgang durch die Kugel benötigt, so dass der Nulldurchgangsdetektor gegen ein Bezugssignal mit festliegender Amplitude arbeitet.

Wenn der Diamant die Kugel verlassen hat, wird er durch einen vom Luftgenerator 20 erzeugten Luftstrom so abgelenkt, dass er zwischen den Spiegeln 16 und den Hintergrund 18 gelangt. Dadurch wird der Hintergrund vor Beschädigungen durch den Aufschlag des Diamanten geschützt. Wenn der Diamant zwischen Spiegel und Hintergrund hindurchgegangen ist, gelangt er in die Sortiervorrichtung. Es ist aber auch möglich, dass der aus der Kugel fallende Diamant abgetastet und der Hintergrund, der in diesem Falle in einem Scharnier gelagert ist, aus dem Fallweg des Diamanten ausgeschwenkt wird. Das Signal, welches beim Abtasten des Diamanten bei seinem Austritt aus der Kugel gebildet wird, kann ebenfalls zur Betätigung der Tastspeichereinheit 56 dienen, so dass diese das Ausgangssignal 64 des Photodetektors, welches nur von der Intensität der Hintergrundsbeleuchtung abhängt, abgefühlt und gespeichert wird. Das gleiche Signal kann nun zur Betätigung der Steuervorrichtung dienen, welche den Durchgang der Diamanten durch den Trichter 28 in die Kugel steuert.

Der Photodetektor 24 fühlt die Änderungsgeschwindigkeit der Lichtintensität im Inneren der Kugel 22 ab und steuert über eine passende Rückkopplungsschaltung den Motor 34 derart, dass dieser sich mit konstanter Geschwindigkeit dreht.

Der Mikroprozessor 54 wird zusammen mit einer passenden Analog-Digital-Konverterinterface bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung benutzt, um den Mittelwert des Ausgangssignals des Nulldurchgangsdetektors zu berechnen. Das zur Berechnung erforderliche Programm gehört zum Wissen des Fachmannes. Die erforderlichen Berechnungen können auch mittels Hardware ausgeführt werden. Beispielsweise ist in Fig. 2a eine solche Lösung dargestellt. Nach dieser Figur wird die Gesamtzeitdauer, während welcher sich der Impulszug 66 oberhalb 0 befindet, und zwar während eines vorbestimmten Intervalls, welcher geringer ist als die Zeit, die der Diamant zum Durchgang durch die Kugel benötigt, mittels eines einfachen Timers 68 zusammengezählt. Die addierten Zeiten verschiedener Diamanten unterschiedlicher Standardschattierungen können aufgezeichnet werden, und man kann eine Entscheidung bezüglich der Schattierung eines gerade untersuchten Diamanten treffen, indem man die für diesen bestimmte Zeitsumme mit Bezugszeiten vergleicht.

Dieser Vergleich kann mit Hilfe der Fensterkomparatoren 70 vorgenommen werden.

Die Ausgangssignale 72 der Komparatoren 70 oder des Mikroprozessors 54 werden zur Steuerung der Sortieranlage gemäss Fig. 6 bis 8 verwendet.

Diese Sortieranlage 108 besitzt ein Trägergestell 110, eine Grundplatte 112 mit einer Anzahl von Öffnungen 114, die am Umfang eines Kreises angeordnet sind, einen Schrittmotor 116 an der Unterseite der Grundplatte 112, einen Arm 118, der an der Welle 120 des Motors 116 befestigt ist, und ein Führungsrohr 122.

Das Rohr 122 ist an seinem oberen Ende schwenkbar in einem Lager 124 gelagert, welches am Trägerrahmen 110 befestigt ist, und das untere Ende, welches gegenüber dem oberen Ende versetzt ist, hat seine Befestigung am Arm 118. Die lichte Weite des Rohres 122 entspricht derjenigen der Öffnungen 114.

Das obere Ende des Rohres 122 bildet die Verlängerung eines Trichters 126, der aus einem Gehäuse 128 ausgearbeitet ist. Eine Platte 130 im Trichter dient zur Steuerung des Durchganges von Teilchen oder Gegenständen in das Rohr 122.

Jede Öffnung 114 ist mit einer Rohrführung 132 verbunden, die zu je einem nicht dargestellten Vorratsgefäss führt. Die Öffnungen sind von einem Rand 134 umgeben, der eine Anzahl Fühler 136 trägt, wobei pro Öffnung ein Fühler vorgesehen ist. Jeder Fühler kann beispielsweise aus einer Lichtquelle und Mitteln zur Abföhlung von Licht bestehen, welches vom äusseren Ende des Armes reflektiert wird.

Der Eintritt des Trichters 126 befindet sich unterhalb der Kugel 22, so dass Diamanten, die aus der Kugel herausfallen, in den Trichter gelangen. Wenn ein Diamant in den Trichter hineinfällt, wird er von der Klappe 130 zurückgehalten, bis die Berechnungen seiner Eigenschaften vollständig sind und es sichergestellt ist, dass sich keine Diamanten mehr im Inneren der Rohrföhrung 122 befinden. Wenn der Diamant an der Klappe 130 durch die Schaltung gemäss Fig. 2 charakterisiert ist, wird die Rohrföhrung 122 über die betreffende zugehörige Öffnung 114 mittels des Schrittmotors 116 gebracht. Nun wird die Klappe 130 geöffnet, und der Diamant fällt durch die Rohrföhrung, die Öffnung und das Führungsrohr 132 in den Vorratsbehälter. Die Anordnungen können aber auch so getroffen sein, dass sich die Klappe 130 öffnet und sich das Rohr 122 in die zugehörige Position bewegt, während der Diamant durch das Rohr hindurchfällt.

Das Signal 72, welches die Schaltung gemäss Fig. 2 liefert, entspricht der Schattierung des Diamanten und wird dazu benutzt, diejenige Stellung des Rohres 122 zu wählen, in die es durch den Schrittmotor 116 zu bewegen ist.

Die jeweilige Arbeitsstellung, die vom Schrittmotor bewirkt wird, föhlen die Föhler 136 ab. Um einen optimalen Durchgang der Vorrichtung zu gewährleisten, steuert man den Schrittmotor am besten mit Hilfe eines Mikroprozessors derart, dass er maximal beschleunigt und verzögert wird, während sich das Rohr 122 zwischen den verschiedenen Öffnungen 114 bewegt.

Wenn ein hochqualitativer Schrittmotor verwendet wird, der in der Lage ist, mit entsprechender Genauigkeit in eine gewählte Position geföhrt zu werden, kann man auf die Föhler 136 verzichten. Es wird dann aber notwendig sein, an etwa zwei Stellungen Föhler vorzusehen, um die Tätigkeit des Schrittmotors zeitweise zu überprüfen.

Der in der Vorrichtung gemäss Fig. 6 und 7 durchgeföhrte Sortiervorgang kann weiter beschleunigt werden, wenn die Konstruktion gemäss Fig. 8 verwendet wird. In diesem Falle bilden die Öffnungen 114 zwei gleichgrosse Gruppen, wobei etwa zehn Öffnungen in jeder Gruppe vorhanden sind. Jede Gruppe befindet sich auf dem Kreisbogen, entlang welchem das freie Ende des Rohres 122 schwingt, und erstreckt sich über 180°. In Fig. 8 sind die Öffnungen jeder Gruppe von 1 bis 10 durchnummeriert. Jede Öffnung einer Gruppe liegt diametral der entsprechenden Öffnung der anderen Gruppe mit der gleichen Nummer gegenüber.

Die Öffnungen mit gleichen Nummern sind an der Unterseite der Grundplatte 112 miteinander verbunden und föhren in den gleichen Vorratsbehälter.

Diese modifizierte Sortierapparatur wird auf die gleiche Weise wie die Apparatur gemäss Fig. 6 und 7 betrieben. Die Sortiergeschwindigkeit ist aber hier beträchtlich grösser, da der Schrittmotor nur einen grössten Winkel von 90° ausföhren muss, um das Führungsrohr mit einer Öffnung in Verbindung zu bringen, die einer bestimmten Schattierung bzw. Sorte zugeordnet ist.

Diese Änderung kann wiederholt werden, um die Anzahl der Öffnungen zu erhöhen und auf diese Weise die maximale Winkelbewegung des Schrittmotors zu begrenzen. Natürlich bestehen hier praktische Grenzen.

