



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

12 PATENTSCHRIFT A5

11

630 189

21 Gesuchsnummer: 12138/77

73 Inhaber:
BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie.,
Baden

22 Anmeldungsdatum: 04.10.1977

24 Patent erteilt: 28.05.1982

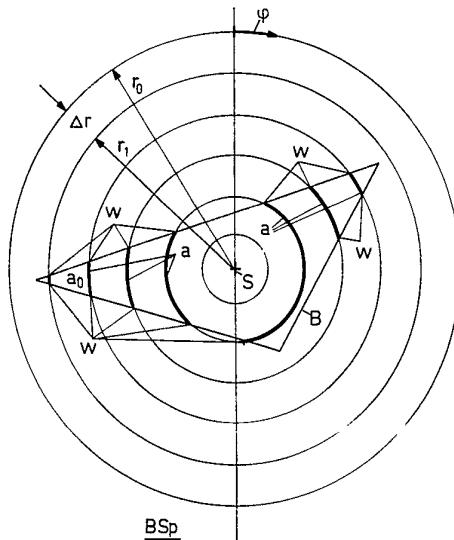
45 Patentschrift
veröffentlicht: 28.05.1982

72 Erfinder:
Dr. Rolf Karg, Niederrohrdorf
Dipl.-Ing. Otto Lanz, Niederrohrdorf

54 Verfahren und Einrichtung zur Identifizierung von Gegenständen.

57 Bei Industrierobotern, Manipulatoren u. dgl. besteht das Problem, zu behandelnde, unterschiedlich geformte Werkstücke anhand von Referenzmustern schnell und zuverlässig zu unterscheiden. Mittels eines Bildwandlers wird von dem zu identifizierenden Werkstück ein Gegenstandsmodell (B) gewonnen und spiralförmig oder kreisförmig mit abnehmendem Abtastradius (r_0, r_1) abgetastet. Dabei werden Abtastweglängen (a_0, a) gewonnen und mit gespeicherten Referenzweglängen verglichen. Zur Identifizierung des Werkstückes werden folgende Kriterien verwendet:

1. Ermittlung des Flächeninhaltes des Gegenstandsmodells (B) aufgrund integrierter Abtastdaten,
2. Ermittlung des Radius (r_0) des kleinsten umschriebenen Abtastkreises bezüglich des Bildschwerpunktes (S),
3. Zählung der Abtastwechsel (W),
4. Ermittlung einer spezifischen Abtastschnittlänge bzw. des Verhältnisses des Integrals über die Abtastdaten zur Gesamtabtastweglänge und Vergleich dieser Daten mit entsprechenden, gespeicherten Daten von Referenzmustern.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Identifizierung von Gegenständen, bei dem durch Abtasten eines Gegenstandsbildes und Vergleich der so gewonnenen Gegenstands-Abtastdaten mit Bezugsdaten eine Zuordnung zu einem Bezugsgegenstand vorgenommen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegenstands-Abtastdaten (s_G) gespeichert werden und dass wenigstens ein Teil dieser gespeicherten Daten mindestens einem der folgenden Verarbeitungsschritte unterzogen wird:

a) durch Integration der Gegenstands-Abtastdaten (s_G) über eine das Gegenstandsbild (B) umfassende Integrationsfläche wird der Flächeninhalt des Gegenstandsbildes als Kenngrösse (X_1), im folgenden erste Kenngrösse (X_1) genannt, ermittelt;

b) durch aufeinanderfolgendes Abrufen von gespeicherten Gegenstands-Abtastdaten (s_G), die, beginnend mit einer das Gegenstandsbild (B) umfassenden Abtastkurve, jeweils aufeinanderfolgenden Abtastkurven mit inkremental abnehmendem Abtastradius (r) oder einer Abtastkurve mit kontinuierlich abnehmenden Abtastabstand bezüglich des Bildschwerpunktes (S) entsprechen, wird der dem zuerst auftretenden Gegenstandssignal zugeordnete Abtastradius (r_0) als Kenngrösse (X_2), im folgenden zweite Kenngrösse (X_2) genannt, ermittelt;

c) durch nach einanderfolgendes Abrufen von gespeicherten Gegenstands-Abtastdaten (s_G), die, beginnend mit einer das Gegenstandsbild (B) umfassenden Abtastkurve, jeweils Abtastkurven mit inkremental abnehmendem Abtastradius (r) oder einer Abtastkurve mit kontinuierlich abnehmendem Abtastabstand entsprechen und Zählen der Abtastwechsel zwischen Gegenstandssignalen und Nicht-Gegenstandssignalen in Bezug auf die zugehörige, vom ersten Abtastwechsel aus gemessene Abtastweglänge (a) wird eine spezifische Abtastwechselzahl als Kenngrösse (X_3), im folgenden dritte Kenngrösse (X_3) genannt, ermittelt;

d) durch aufeinanderfolgendes Abrufen von gespeicherten Gegenstands-Abtastdaten (s_G), die, beginnend mit einer das Gegenstandsbild (B) umfassenden Abtastkurve, jeweils Abtastkurven mit inkremental abnehmendem Abtastradius oder einer Abtastkurve mit kontinuierlich abnehmendem Abtastabstand entsprechen, und Integration der Gegenstandssignale über die Abtastweglänge in Bezug auf die Gesamtabtastweglänge wird eine spezifische Abtastschnittlänge als Kenngrösse (X_4), im folgenden vierte Kenngrösse (X_4) genannt, bestimmt; weiter dadurch gekennzeichnet, dass jede der so gebildeten Gegenstands-Kenngrössen ($X_1 \dots X_4$) mit einer entsprechender Weise gewonnenen Kenngrösse ($Y_1 \dots Y_4$) mindestens eines Bezugsgegenstandes ($R_1 \dots R_n$) verglichen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Kenngrösse (X_1) eines zu identifizierenden Gegenstandes nacheinanderfolgend mit einer entsprechenden Kenngrösse (Y_1) einer Mehrzahl von Referenzgegenständen ($R_1 \dots R_n$) verglichen wird und dass bei Auftreten einer Übereinstimmung der ersten Gegenstands-Kenngrösse (X_1) mit der entsprechenden Kenngrösse mehr als eines Referenzgegenstandes ($R_1 \dots R_n$) eine zweite Gegenstands-Kenngrösse (X_2) gebildet und mit einer entsprechenden Kenngrösse (Y_2) der Referenzgegenstände verglichen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine erste Kenngrösse (X_1) eines zu identifizierenden Gegenstandes nacheinanderfolgend mit einer entsprechenden Kenngrösse (Y_1) einer Mehrzahl von Referenzgegenständen ($R_1 \dots R_n$) verglichen wird und dass bei Auftreten einer Übereinstimmung innerhalb eines vorgebbaren Toleranzbereichs der ersten Gegenstands-Kenngrösse (X_1) mit der entsprechenden Kenngrösse mehr als eines Referenzgegenstandes ein weiterer Vergleich derselben Kenngrössen mit einem verminderen Toleranzbereich durchgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Referenz-Kenngrösse (Y) durch Abtasten eines Referenzgegenstandsbildes und Speicherung sowie Verarbeitung der so erhaltenen Referenz-Abtastdaten erzeugt und anschliessend zum Wiederabruf 5 für den Kenngrössenvergleich gespeichert wird.

5. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein optoelektronischer Bildwandler (V) zur Erzeugung eines Gegenstands- bzw. Referenzgegenstandsbildes (B) sowie eine

10 Abtastvorrichtung (AV) und ein an den Bildwandler angeschlossener Trigger (TR) zu Erzeugung von binären Abtastdaten (s_G, s_R) und ein nachfolgender Bilddatenspeicher (BSp) mit einer Datenabrufsteuerung (DSt) und ein an dem Datenausgang des Bilddatenspeichers angeschlossener Kenngrössen-

15 bildner (K) vorgesehen sind, dass ferner eine Mehrzahl von je einem Referenzgegenstand ($R_1 \dots R_n$) zugeordneten Referenzdatenspeichern ($RSp_1 \dots RSp_n$) mit einem entsprechenden Referenzgegenstandsumschalter (SR) vorgesehen ist und dass ein einerseits an den Kenngrössenbildner (K) und andererseits an den Referenzumschalter (SR) angeschlossener Komparator (C_1) zur Detektion einer Übereinstimmung zwischen Gegenstands-Kenngrössen (X) und Referenz-Kenngrössen (Y) vorgesehen ist.

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, 25 dass an den Datenausgang des Kenngrössenbildners (K) ein Gegenstands-Referenzumschalter (SGR) mit zwei alternativ aktivierbaren Ausgängen angeschlossen ist, deren einer mit dem Gegenstands-Kenngrösseneingang des Komparators (C_1) und deren anderer über den Referenzumschalter (SR) mit den Referenzdatenspeichern ($RSp_1 \dots RSp_n$) verbunden ist.

7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Kenngrössenbildner (K) und jeder der Referenzdatenspeicher ($RSp_1 \dots RSp_n$) eine Mehrzahl von je einer Kenngrössenart ($X_1 \dots X_n; Y_1 \dots Y_n$) zugeordneten Datenausgängen bzw. Dateineingängen sowie je einen Mehrfach-Kenngrössenumschalter ($SK_1; SK_1 \dots SK_n$) aufweist.

40

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Identifizierung von Gegenständen, bei dem durch Abtasten eines Gegenstandsbildes und Vergleich der so gewonnenen Gegenstands-Abtastdaten mit Bezugsdaten eine Zuordnung zu einem Bezugsgegenstand vorgenommen wird. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf eine Einrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Die automatische Identifizierung von Gegenständen, d. h. 50 die Zuordnung zu einem bestimmten Referenzgegenstand oder Referenzmuster ist ein wesentliches Problem in zahlreichen Gebieten der Technik u. a. beim Sortieren von ungeordnet anfallenden Werkstücken zwecks selektiver Zuführung zu Arbeitsmaschinen sowie insbesondere als Eingangsstufe von 55 Systemen zur automatischen Werkstückhandhabung (Handhabungs-Roboter, Manipulatoren und dergleichen). Dabei handelt es sich oft um eine Mehrzahl von Bezugsgegenständen, denen die zu identifizierenden Gegenstände selektiv zuzuordnen sind. Weiterhin ist die Identifizierung Voraussetzung für automatische Messvorgänge, insbesondere dimensionelle Messvorgänge wie Drehlagebestimmung u. ä., wie sie z. B. Gegenstand 60 der deutschen Offenlegungsschrift P 27 49 682.8 ist.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens zur Identifizierung von Gegenständen und einer entsprechenden Einrichtung, die sich durch vergleichsweise einfachen Ablauf bzw. Aufbau bei grosser Unterscheidungssicherheit auch im Hinblick auf eine grössere Anzahl von Gegenstandsmustern auszeichnet. Die erfindungsgemäss Lösung dieser

Aufgabe kennzeichnet sich hinsichtlich des Verfahrens durch die im Patentanspruch 1 und hinsichtlich der Einrichtung durch die im Patentanspruch 5 angegebenen Merkmale.

Das erfundungsgemäße Verfahren beruht demnach auf der Anwendung von vier unterschiedlichen Identifizierungskriterien in – je nach Anwendungsfall – wählbarer Kombination oder Aufeinanderfolge. Die Übereinstimmung des durch Integration oder Summierung der Abtastdaten erhaltenen Flächeninhaltes als erste Gegenstands-Kenngröße mit einer entsprechenden Referenz-Kenngröße stellt dabei ein vergleichsweise unempfindliches Kriterium dar, das zwar eine rasche Vorsortierung ermöglicht, wie sie für manche Zwecke ausreichend ist, jedoch Gegenstände mit wenig verschiedenem Bildflächeninhalt, die stark unterschiedliche Konturformen aufweisen, nicht oder nur unsicher zu unterscheiden vermag. Die Kombination mit einer zweiten Kenngröße, z. B. dem Radius des kleinsten umschreibenden Abtastkreises bezüglich des Bildschwerpunktes, bringt dann eine wesentliche Verbesserung der Selektivität hinsichtlich der Konturform. Dieses zweite Kriterium zeichnet sich durch rasche und einfache Gewinnung aus. Für anspruchsvollere Selektionsaufgaben kommt dann – in Kombination mit den vorgenannten Kenngrößen oder auch für sich – eine Anwendung der beiden letzten Kenngrößen mit Zählung der Abtastwechsel bzw. Verhältnisbildung zwischen dem Integral über die Abtastdaten und der Gesamtabtastweglänge in Betracht.

Die Erfindung wird weiter anhand des in den Zeichnungen veranschaulichten Ausführungsbeispiels erläutert. Hierin zeigt:

Fig. 1 das Prinzipschaltbild einer Einrichtung zur Gegenstandserkennung und

Fig. 2 ein zweidimensionales Abtastschema zur Erläuterung der Wirkungsweise der Einrichtung nach Fig. 1.

Die in Fig. 1 wiedergegebene Schaltung umfasst einen optoelektronischen Bildwandler V, der einen vorgelegten Gegenstand G oder einen Referenzgegenstand R in ein elektrostatisches Bild B für eine Elektronenstrahlabtastung mittels der Abtastvorrichtung AV umsetzt. An den Signalausgang des Bildwandlers V ist ein Trigger TR zur Umsetzung der amplitudenverschiedenen Abtastsignale in binäre Abtastdaten s_G bzw. s_R angeschlossen. Vom Gegenstandsbild abgetastete Daten werden im folgenden als Gegenstandssignale und abgetastete Daten, die nicht vom Gegenstandsbild stammen, als Nicht-Gegenstandssignale bezeichnet. Der Übergang zwischen Gegenstands- und Nicht-Gegenstandssignalen im Verlauf eines Bildkontur schneidenden Abtastweges wird als Abtastwechsel w bezeichnet.

Die Abtastdaten s_G , s_R gelangen zu einem Bilddatenspeicher BSp und werden hier geordnet für einen wahlfreien Zugriff abgespeichert. Dieser Zugriff erfolgt unter der Wirkung einer Datenabrufsteuerung DSt jeweils in einer solchen Reihenfolge, dass am Ausgang des Speichers seriell Abtastdaten entsprechend vorgegebenen Abtastkurven erscheinen, vorzugsweise entsprechend Abtastkreisen mit unterschiedlich vorgegebenen Radien. Entsprechend werden von DSt Abrufsteuersignale entsprechend dem Abtastradius r und dem Abtastwinkel ϕ (Polarkoordinaten) an den Bilddatenspeicher gegeben.

Es folgt ein Kenngrößenbildner K, der an einem Ausgang vielfach die eingangs erwähnten Gegenstands-Kenngrößen X1 bis X4 für einen Gegenstand G sowie Referenz-Kenngrößen Y1_{1...n} bis Y4_{1...n} gemäß den vier vorerwähnten Kenngrößenarten und jeweils für einen von n Referenzgegenständen R₁ bis R_n bildet. Das Ausgangsvielfach von K ist an einen Kenngrößenumschalter SK_k angeschlossen, der über eine UND-Logik U von einer Programmsteuerschaltung PSt geschaltet wird. Über einen Gegenstands-Referenzumschalter SGR, der von einer Lernsteuerung L, gegebenenfalls auch von Hand betätigt wird, gelangen die Gegenstandskenngrößen X zum

zugeordneten Eingang eines Komparators C₁, während die Referenz-Kenngröße Y zu einer entsprechenden Mehrzahl von Referenzdatenspeichern RSp₁... RSp_n gelangen, und zwar über einen Referenzumschalter SR, der beim Einspeichern der 5 Kenngrößen in Übereinstimmung mit der Vorlage und Abtastung der verschiedenen Referenzgegenstände R₁ bis R_n durch eine Handsteuerung H und beim noch zu besprechenden Auslesen der Referenz-Kenngrößen von der Programmsteuerung PSt über einen Steuereingang sr zyklisch über alle Speicheranschlüsse durchgeschaltet wird. Jedem speicherseitigen Anschluss des Referenzgegenstandsumschalters SR ist außerdem einer der je einem Referenzgegenstand zugeordneten Ausgänge A₁ bis A_n sowie einer der ebenfalls je einem Referenzgegenstand zugeordneten Kenngrößenumschalter SK₁ bis SK_n nachgeschaltet, so dass aufeinanderfolgend jede Kenngrößenart für alle Referenzgegenstände zyklisch abgerufen werden kann.

In derjenigen Stellung des Gegenstands-Referenzumschalters SGR, bei welcher der Kenngrößenumschalter SK_k mit 20 dem Komparator C₁ verbunden ist, liegt der umzuschaltende Anschluss des Referenzumschalters SR an einem zweiten Eingang des Komparators C₁ und führt diesem die zyklisch aufeinanderfolgenden Kenngrößen der Referenzgegenstände zu.

Der Ausgang dieses Komparators führt über eine noch zu 25 besprechende Toleranzsteuerschaltung TSt zu einer Zuordnungslogik ZL, die eingangsseitig außerdem an die Ausgänge A₁ bis A_n angeschlossen ist und deren Ausgänge somit jeweils beim Auftreten eines Übereinstimmungssignals zwischen einer Gegenstandskenngröße X und der entsprechenden Referenz- 30 kenngröße Y den entsprechenden Referenzgegenstand als mit dem vorliegenden Gegenstand kongruent kennzeichnen.

Zwecks Erzeugung eines geeigneten Übereinstimmungssignals hat die Toleranzsteuerschaltung TSt das in der Blockdarstellung in Fig. 1 schematisch angedeutete Eingangs-Ausgangsdiagramm. Innerhalb eines über Eingänge tst steuerbaren Toleranzbereiches für das vom Komparator C₁ kommende Differenzsignal X-Y führt der Ausgang von TSt ein binäres «1»-Signal, sonst ein «0»-Signal. Bei einer Abweichung von X gegenüber Y, die innerhalb des Toleranzbereiches liegt, wird 40 also Übereinstimmung zwischen Gegenstand und Referenzgegenstand angezeigt, ansonsten Nichtübereinstimmung.

Ein der Zuordnungslogik ZL nachgeordneter Auswertespeicher ASp hält auftretende Übereinstimmungssignale fest, bis jeweils ein Vergleichszyklus über die Referenzgegenstände 45 R₁ bis R_n durchlaufen ist. Der beim Ende eines solchen Zyklus vorhandene Speicherinhalt, d. h. ein an einem Eingang anstehendes Übereinstimmungssignal, ist jeweils gültig. Um beim Auftreten einer Mehrfachzuordnung, die eine fehlerhafte Mehrdeutigkeit der Identifizierung darstellt, eine gültige 50 Anzeige auszuschliessen, ist ein vorrangiger Löscheingang asp des Auswertespeichers an den Ausgang eines zweiten Komparators C₂ angeschlossen, der bei Auftreten einer vorgebbaren Anzahl von Übereinstimmungen z > 1 ein binäres «1»-Ausgangssignal für die Anzeigelöschung liefert. Die Anzahl der 55 Übereinstimmungen wird in Form eines Zählsignals z vom Ausgang des Komparators C₁ bzw. der Toleranzsteuerschaltung TSt über einen Zähler Z gewonnen.

Das die Mehrdeutigkeit anzeigenende Löschsignal von C₂ gibt weiterhin über die UND-Logik U das von der Programmsteuerschaltung PSt kommende Fortschaltsignal für die Kenngrößenumschalter SK₁ bis SK_n der Referenzdatenspeicher sowie SK_k des Kenngrößenbildners K frei, wodurch ein Vergleichszyklus mit der nächsten Referenz-Kenngröße, vorzugsweise mit einer solchen von stärkerer Selektivität, ausgelöst wird. Gegebenenfalls zusätzlich oder auch nach Durchlaufen mehrerer Vergleichzyklen mit verschiedenen Referenz-Kenngrößen wird im Fall bestehender Mehrdeutigkeit der Zuordnung von Komparator C₂ über die Steuereingänge tst

eine Verstellung der Toleranzsteuerschaltung TSt im Sinne eines engeren Toleranzbereiches ausgelöst. Auch hierdurch ergibt sich die Möglichkeit einer schärferen Selektion mit eindeutiger Identifizierung auch in kritischen Anwendungsfällen.

In Fig. 2 ist symbolisch der Inhalt des Bilddatenspeichers BSp mit einem beispielsweise dreieckförmigen Gegenstandsbild B angedeutet. Es erfolgt beispielsweise eine kreisförmige Abtastung um den Bildschwerpunkt S mit um die Differenz Δr abnehmenden Abtastradien $r_0, r_1 \dots$, wobei die Abtastung mit r_1 unter Berücksichtigung einer Ansprechschwelle a_0 für die geringste, noch detektierbare Abtastlinienlänge mit einem noch auftretenden Gegenstandssignal als umschreibender

Abtastradius eine entsprechende Kenngröße liefert. Weiterhin können die Abtastweglängen a innerhalb der aufeinanderfolgenden Abtastkreise summiert und durch Verhältnisbildung mit der Gesamt-Abtastweglänge zu einer Kenngröße verarbeitet werden. Beim Übergang der Abtastung an der Bildkontur ergeben sich jeweils Wechsel zwischen Gegenstandssignalen und Nicht-Gegenstandssignalen, die in Fig. 2 mit w bezeichnet sind. Die Gesamtzahl dieser Abtastwechsel für eine vorgegebene Anzahl von Abtastkreisen bzw. eine Gesamt-Abtastweglänge ergibt wiederum eine auswertbare Kenngröße für die Identifizierung.

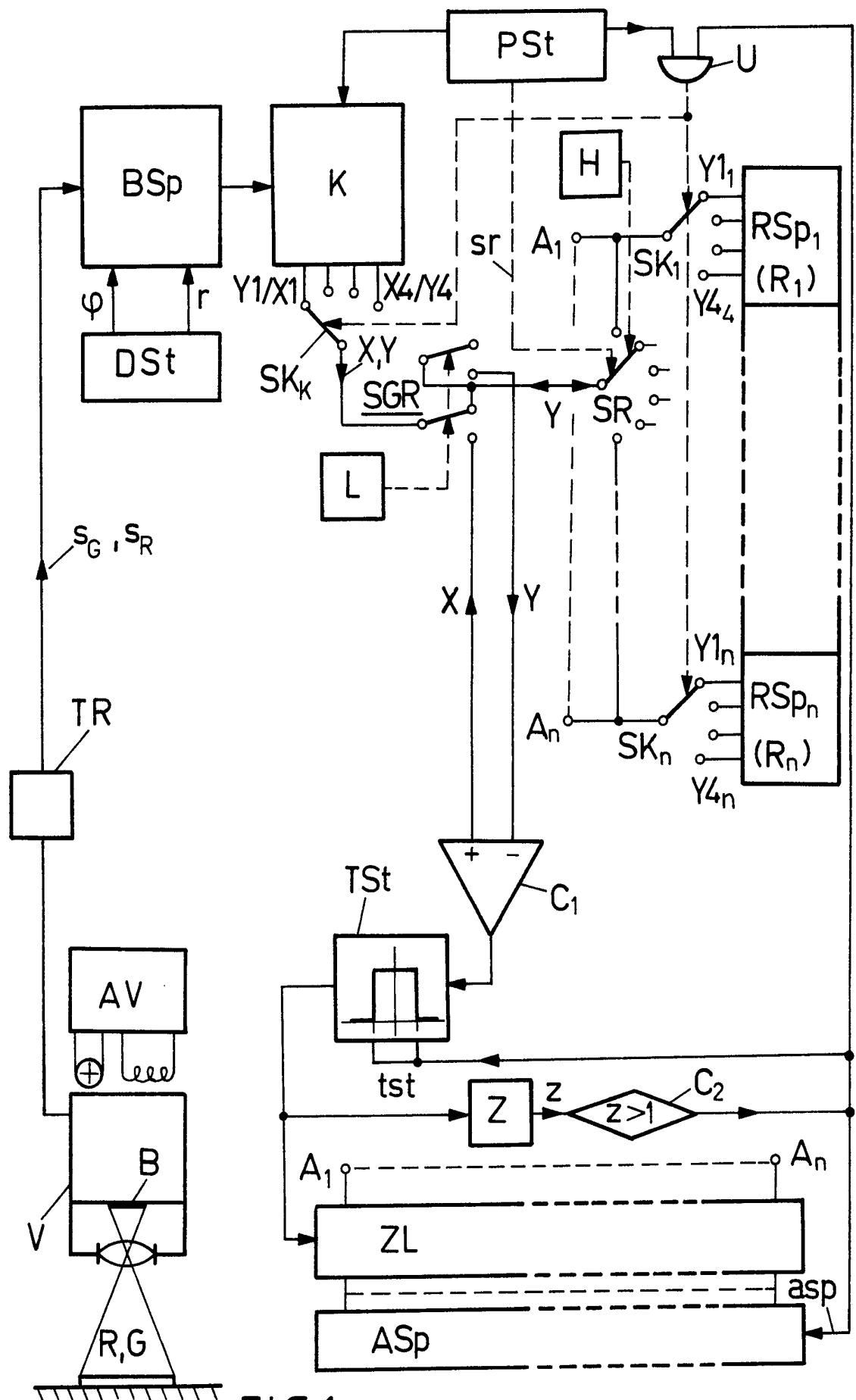


FIG.1

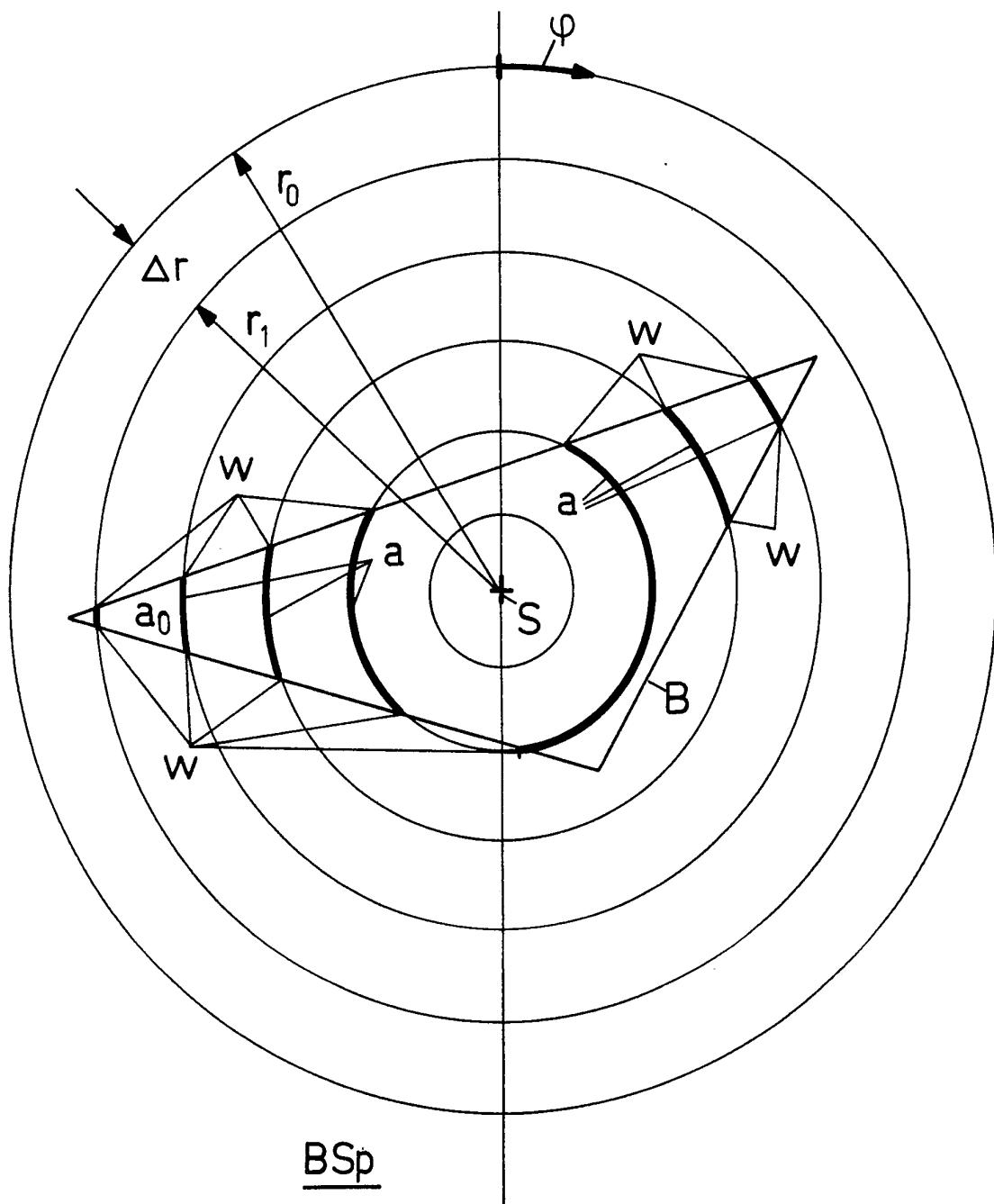


FIG.2