



PATENTAMT der DDR

(21) AP G 06 K / 313 520 8

(22) 09.03.88

(45) 12.09.90

(71) VEB Werk für Fernsehelektronik, Ostendstraße 1-14, Berlin, 1160, DD

(72) Kriegel, Bernd, Dipl.-Phys.; Hoffmann, Frank-Ulrich; Kaudelka, Günter, Dipl.-Phys.; Wohlgemuth, Jörg, DD

(73) siehe (71)

(54) Verfahren zur typenspezifischen Registrierung und Klassifizierung von gekennzeichneten Produktionsteilen

(55) Registrierung; Klassifizierung; Großserien; Technologieparameter; Spektrum; Wechselwirkungssignal; Primärstrahlungsquelle; Empfängeranordnung; Siliziumhalbleitermaterial; Empfindlichkeitsverlauf; Farbklassen; Informationsspeicher

(57) Verfahren zur typenspezifischen Registrierung und Klassifizierung von gekennzeichneten Produktionsteilen. Die Erfindung betrifft ein universelles Verfahren zur Überwachung von in klein- bzw. großserienfertigen Prozeßabläufen und Klassifizierung verschiedenster Produktionsteile. Neben der Zählung lassen sich technologische Parameter registrieren. Die Registrierung und Auswertung erfolgt über ein spektrales Wechselwirkungssignal einer Primärstrahlungsquelle mit entweder auf den zu erfassenden Teilen aufgetragenen Flächenelementen oder über die Oberfläche der Teile selbst mittels einer speziellen Empfängeranordnung, vorteilhafterweise aus Siliziumhalbleitermaterial. Die Auswertung des spektralen Wechselwirkungssignals erfolgt mit einer Anzahl von gleichartigen Detektoren, die aus mindestens zwei Einzelsensoren mit unterschiedlichen, nichtkonstanten spektralen Empfindlichkeitsverläufen im gleichen Wellenlagenintervall bestehen. Im spektralen Empfindlichkeitsbereich von Siliziumempfängern sind über 20 Farbklassen bei gleichzeitig geringen Anforderungen an die Spektralverteilung der wechselwirkenden Primärstrahlung möglich. Weiterhin zeigt sich, daß die Oberfläche vieler Prozeßteile spektrale Informationen über die Prozeßparameter speichert.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur typenspezifischen Registrierung und Klassifizierung von gekennzeichneten Produktionsteilen durch Auswertung des spektralen Wechselwirkungssignals einer Lichtquelle mit entweder speziell aufgebrachtten Flächenelementen oder mit der Oberfläche des zu erfassenden Teiles selbst, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Auswertung über eine Anzahl von gleichartigen Detektoren erfolgt, die aus mindestens zwei Einzelsensoren mit unterschiedlichen, nicht konstanten, spektralen Empfindlichkeitsverläufen im gleichen Wellenlängenintervall bestehen.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Einzeldetektoren lateral angeordnet sind.
3. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Einzelsensoren in einer monolithisch integrierten Halbleiteranordnung in Lichteinfallrichtung untereinander angeordnet sind.
4. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Auswertung über die spektrale Quotientenfunktion erfolgt.
5. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die spektrale Wechselwirkung auf optischer Reflektion beruht und die Klassifizierung der unterschiedlichen Produktionsteile durch Farben erfolgt.
6. Verfahren nach den Patentansprüchen 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die spektrale Wechselwirkung auf optischer Transmission beruht.
7. Verfahren nach Patentanspruch 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß durch eine Anzahl von unterschiedlich wechselwirkenden Flächenelementen auf einem Produktionsteil eine Kodierung erzeugt wird, welche im Laufe des Prozesses geändert werden kann.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein universelles Verfahren, das über größere Abstände zur rechnergestützten Überwachung von in klein bzw. großserienfertigen Prozeßabläufen eine typenspezifische Zählung, Registrierung und Klassifizierung der verschiedenen Produktionsteile ermöglicht.

Mit dem beschriebenen Verfahren lassen sich unter fast allen Produktionsbedingungen Erzeugnisse in beliebig viele Klassen unterteilt erfassen. Es ist außerdem möglich, bestimmte Wechselwirkungen einiger technologischer Prozeßparameter zu registrieren.

Anwendungsgebiet der Erfindung sind insbesondere Fließprozesse.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Mit steigendem Automatisierungsgrad der verschiedensten Technologien in allen Industriebereichen gewinnt die Auswertung der jeweils momentanen Produktionssituation immer mehr an Bedeutung. Es werden Systeme nötig, die mit geringem Aufwand eine klassifizierende Erfassung von Produktionsteilen während des Produktionsprozesses ermöglichen.

Zur Registrierung mannigfaltigster Arten von Teilen werden die verschiedensten physikalischen Prinzipien genutzt. Dabei wird allgemein zwischen berührungslosen und berührenden Verfahren unterschieden.

Mechanisch abtastende Systeme, die über physikalische Größen wie Druck, Kraft bzw. Form oder Position auswertend arbeiten, zeigen oft Nachteile durch eine ungenügende Resistenz der Geber bzw. Sensoren mit den technologischen Parametern.

Berührungslose Verfahren sind unter Ausnutzung der verschiedensten physikalischen Prinzipien realisierbar. Wesentlich sind dabei optisch, magnetisch, kapazitiv bzw. radioaktiv arbeitende Gebersysteme.

In den meisten Fällen ist jedoch der Aufwand zur Realisierung der Sensoren bzw. zur Auswertung der Signale sehr hoch. Durchgesetzt haben sich in letzter Zeit hauptsächlich optisch bzw. magnetisch arbeitende Abtast- bzw. Registriersysteme.

Da magnetische Systeme nur auf geringere Entfernungen mit den verhältnismäßig aufwendigen Sensoreinrichtungen wechselwirken, spielen zunehmend optisch arbeitende Sensoreinrichtungen eine immer größere Rolle.

Dabei reicht die Palette von einfachen Lichtschranken mit Strahlung in den verschiedensten Spektralbereichen über Strichcode-, Muster- bzw. Schrifterkennung bis hin zu Zeilen- bzw. Matrixscanning-Bildverarbeitungssystemen.

Auch neuere Klassen optoelektronischer Bauelemente finden Anwendung, wie Positionsempfindliche Fotodioden, welche einfache Lagekoordinaten- bzw. Schwerpunktdetektion ermöglichen. Nachteil der bezeichneten Verfahren ist im allgemeinen jedoch der sehr hohe technisch-technologische Aufwand, die in vielen Fällen fehlende Kompatibilität zu anderen Fertigungsabläufen, also die unzureichende Universalität. Darüber hinaus stellen viele Systeme, wie z. B.

Strichcodeerkennungseinrichtungen zusätzlich hohe Anforderungen an den Erkennungsprozess. In DD 246188 A1 wird ein System beschrieben, in dem durch eine Matrixkamera und nachfolgende Bildverarbeitung eine Vermessung des zu klassifizierenden Körpers durch einen transparenten Wägeteller erfolgt, wobei gleichzeitig über eine mechanische Waage das Gewicht des Körpers ermittelt werden kann.

Nachteil dieses Verfahrens ist jedoch der hohe technische Aufwand bei der Realisierung der Einzelsensoren und der Bilderkennung bzw. die ungenügende Universalität.

In der DD 212831 bzw. DD 239895 werden Systeme beschrieben, die zur Zeichenerkennung CCD-Matrizen oder Punktmatrizen einsetzen. Der Nachteil dieser Systeme ist ebenfalls der hohe technische Aufwand. Weiterhin werden Varianten vorgeschlagen, die eine Codierung über ausgewählte Farben vorsehen, wie in der DD 140092 oder DD 255963 beschrieben.

In der Vielzahl der geschützten Verfahren finden sich auch Varianten, welche eine Codierung über ausgewählte Farben vorschlagen (DP 140092 oder DP 2559633). Nachteil aller bekannten derartigen Verfahren ist jedoch, die aufwändige oder ungenaue Farbbestimmung bzw. deren Einschränkung auf spezielle Problemstellungen. In der DD 253519 wird eine „Farbsensible photoelektrische laterale Mehrschichtenanordnung“, die zur Wellenlängenmessung hoher Auflösung geeignet ist, beschrieben. Das „farbsensible“ steht hier gemäß dem Stand der Technik für monochromatische Farben und kann wissenschaftlich auch nicht anders verstanden werden.

Diese Anordnung besteht aus mindestens 2 Stapelsensoren, das sind 4 Detektoren mit unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeitscharakteristik (2 vertikal und 2 lateral), die sich nur mit sehr hohem Aufwand herstellen lassen.

Weiterhin werden in US P 1330377 Farbkanäle durch Filterkombinationen in Grauwertkanäle umgesetzt, was auch über eine Intensitätsdiskretisierung in DP 140092 oder US P 4443694 angewandt wird. Dabei entsteht jedoch entweder eine Intensitätsabhängigkeit der Klassen oder ein hoher Aufwand durch viele Einzelkanaldetektoren, ungeachtet der exakt vorzugebenden Art der Kodierung ohne Möglichkeit der Erfassung von Technologieparametern mit demselben Detektorsystem.

Andererseits sind Verfahren bekannt, welche eine Wellenlängenmessung mit sogenannten Colorsensoren ermöglichen (Sharp-Applikation, Optoelektronische Bauelemente 1983).

Diese Bauelemente sind jedoch für monochromatischen Einsatz konzipiert, d. h. eine Wellenlängenbestimmung ist nur bei monochromatischer Einstrahlung möglich. Monochrome Farben sind jedoch technisch schwer zu realisieren.

Diese Detektoren arbeiten nach dem Prinzip der Quotientenbildung zweier unterschiedlicher Detektorsignale, was auch bei der Realisierung von optischen Temperatursensoren eine bekannte Verfahrensweise ist (Bergmann-Schäfer, Band 4 [Springer Verlag] Heidelberg 1974).

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein universelles Verfahren zu erarbeiten, das in klein- bzw. großserienfertigenenden Prozeßabläufen eine typenspezifische Zählung, Registrierung und Klassifizierung verschiedener Produktionsteile ermöglicht, das auch über größere Abstände die rechnergestützte Überwachung gestattet. Das Verfahren soll mit geringem technischen Aufwand realisiert werden und eine hohe Zuverlässigkeit und Objektivität gewährleisten.

Wesen der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung bestand darin, ein Verfahren zur typenspezifischen Registrierung und Klassifizierung von gekennzeichneten Produktionsteilen zu entwickeln, das mit Hilfe eines einheitlichen Sensorsystems die Erfassung bestimmter Prozeßparameter, wie die Temperatur im Bereich 300–1200°C, die Temperatur-Zeitbelastung sowie Auswirkungen chemischer Reaktionsprozesse direkt und/oder am Prozeßteil ermöglicht. Erfindungsgemäß wurde die Aufgabe dadurch gelöst, daß durch Auswertung des spektralen Wechselwirkungssignals einer Primärstrahlungsquelle mit einer speziellen Empfängeranordnung vorteilhafterweise aus Siliziumhalbleitermaterial alle erforderlichen Größen eines Produktionsprozesses über weite Strecken erfaßt werden. Auf den zu registrierenden und zu klassifizierenden Produktionsteilen befinden sich Flächenelemente oder die Oberfläche der Produktionsteile selbst kann für die Erfassung der notwendigen Parameter benutzt werden.

Die Auswertung des spektralen Wechselwirkungssignals erfolgt mit einer Anzahl von gleichartigen Detektoren, die aus mindestens zwei Einzelsensoren mit unterschiedlichen, nichtkonstanten spektralen Empfindlichkeitsverläufen im gleichen Wellenlängenintervall bestehen.

Eine Verbesserung der Farbklassenempfindlichkeit ergibt sich durch einen monolithisch integrierten Halbleiteraufbau, wobei überraschenderweise im spektralen Empfindlichkeitsbereich von Siliziumempfängern über 20 Farbklassen bei gleichzeitig geringen Anforderungen an die Spektralverteilung der wechselwirkenden Primärstrahlung möglich sind. Es zeigte sich auch, daß die Oberfläche vieler Prozeßteile spektrale Informationen über die Prozeßparameter speichert. Insbesondere ist eine Temperatur/Zeitbelastung bzw. die Auswirkungen vieler chemischer Reaktionen an vielen Farbstoffpigmenten bzw. Polymeren im nahen IR vorteilhaft nachzuweisen, da in diesem Bereich die billigen Siliziumsensoren bei höchster Auflösung anwendbar sind. Auch lassen sich zusätzliche Informationen aus der Lumineszenzstrahlung gewinnen. Die Anregung erfolgt hier mit Strahlung im ultravioletten Spektralbereich. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ergibt sich bei Nutzung einer nur geringen Anzahl von Klassen.

Man benötigt dabei zur Kennzeichnung entweder nur eine anzubringende Farbfläche oder in vielen Fällen ist die Oberfläche selbst kennzeichnend genug.

Überraschenderweise ist mit der Erfindung die Möglichkeit gegeben, daß in den meisten Fällen eine Prozeßkontrolle durch ein einziges Sensorsystem erfolgen kann. So sind zum Beispiel Farbcodesysteme möglich, die prozeßabhängig änderbar sind und durch die Wechselwirkung mit der Oberfläche der zu erfassenden Teile unterstützt werden.

Durch eine A-D-Wandlung der beiden Signale der Einzeldetektoren ist die Weiterverarbeitung in einem Prozeßrechnersystem einfach möglich.

Ausführungsbeispiele

Zur typenspezifischen Erfassung von Farbbildröhren während des Fertigungsprozesses ist ein Verfahren nötig, das es gleichzeitig gestattet, mit einem einfachen Sensorsystem auch wesentliche Parameter zur Prozeßkontrolle aufbereitet, in bestimmten Zeitabständen darstellbar zu machen.

Erfindungsgemäß ist es möglich, auf die Bildröhrenglaskörper Farbflächen in Form von selbstklebenden Polyethylenfolienflächen unterschiedlicher Einfärbung anzubringen oder direkt vom Hersteller der Glasteile eine transparente Einfärbung an für die Messung zugänglichen Stellen realisieren zu lassen, um diese im Produktionsprozeß durch eine einfache Optik, bestehend aus einer Lichtquelle einer Linse und einem Gehäuse, auf einem Halbleitersensor abzubilden. Als Halbleitersensor wird ein monolithisch integrierter Strahlungsdämpfer vorzugsweise verwendet, welcher in Lichteinfallrichtung zwei vertikal untereinander befindliche pn-Übergänge angeordnet hat. Durch elektronische Strom-Spannungs-Wandlung beider Signale der einzelnen Fotodioden, nachfolgender Logarithmierung und Differenzbildung erhält man ein von der auf den Detektor treffenden Strahlungsintensität unabhängiges Signal. Dieses kann direkt durch Diskretisierung zur Klassifizierung der Farbflächen verwendet werden. Der spektrale Empfindlichkeitsbereich der verwendeten Si-Detektoren erstreckt sich von 450 nm bis 1100 nm. Überraschenderweise ergab sich eine hohe „Farbsignifikanz“ im Bereich von 780 nm bis 1100 nm.

So lassen sich in diesem Bereich allein etwa 20 Klassen ohne erhöhte Anforderungen an die Strahlungsquelle realisieren. Weiterhin zeigten einige Farbstoffe reproduzierbare Veränderungen durch Prozeßparameter wie Temperatur-Zeitbelastung oder zum Beispiel während des Flussäurebelastung, was zur Möglichkeit der Erfassung dieser Prozeßparameter führte. Weiterhin wird es mit dem vorgeschlagenen Sensorsystem einfach, die Prozeßtemperaturen über 340°C nach dem obigen Prinzip direkt optisch durch Auswertung der emittierten Strahlung zu messen.

Die Triggerung der Messung der Farben kann selbstjustierend erfolgen, da Farbflächen Verwendung finden, die „Colorsignale“ liefern, welche sich stark von den der Produktionsteile bzw. dem Background unterscheiden. Bestimmte Flächen von Produktionskörpern, die sich leicht vom Untergrund abheben, lassen sich auch ohne Kennzeichnung klassifizieren. Des weiteren lassen sich In- bzw. Reaktivierungen von Phosphoren durch Auswertung der Lumineszenzstrahlung in speziellen Flächenelementen nachweisen, die bestimmten chemischen Prozessen ausgesetzt werden.

Eine A-D-Wandlung der aufbereiteten Detektorsignale eines komplexen Systems von derartigen Detektoren eröffnet eine Schnittstelle zu dem nachfolgenden rechnergestützten Informationssystem, mit Hilfe dessen die wesentlichen Produktionsdaten ständig aktualisiert darstellbar sind.

Die Codierung kann beliebige Anzahlen von Klassen durch Kombination mehrerer Farbflächen zu Farbcodes erzeugen, wobei einzelne Farbflächen mit dem Herstellungsprozeß wechselwirken und so eine stufenlose „Prozeßparameter-Einwirkungserfassung“ erfolgen kann.