

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 421 999 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

26.05.2004 Patentblatt 2004/22

(51) Int Cl.7: **B07C 5/342**, B07C 5/10

(21) Anmeldenummer: **03450254.2**

(22) Anmeldetag: **20.11.2003**

(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

• **Kulcke, Axel**

9602 Thörl Maglern (AT)

• **Leitner, Raimund**

9500 Villach (AT)

• **Scherf, Dr. Werner**

8130 Frohnleiten (AT)

(30) Priorität: **21.11.2002 AT 17512002**

(71) Anmelder: **CTR Carinthian Tech Research AG
9524 Villach/St. Magdalen (Kärnten) (AT)**

(74) Vertreter: **Dungler, Karin et al**

Beer & Partner,

Lindengasse 8

1070 Wien (AT)

(72) Erfinder:

• **Gurschler, Christian**

9500 Villach (AT)

(54) **Verfahren zum Identifizieren, Klassifizieren und Sortieren von Gegenständen, Objekten und Materialien, sowie ein Erkennungssystem zur Durchführung dieses Verfahrens**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Identifizieren, Klassifizieren und Sortieren von Gegenständen, Objekten und Materialien, wobei in einem Verfahrensschritt die spektralen Daten, wie Farbe, chemische Eigenschaften, und räumlichen Daten, wie Form, Größe, Lage und/oder Struktur von relativ zur Messeinheit bewegten oder sich bewegenden Gegenständen, Objekten und Materialien in beiden ebenen Dimensionen mit hoher räumlicher und voller spektraler Auflösung in Echtzeit ermittelt und erfasst werden und wobei die so erfassten Gegenstände, Objekte und Materialien anhand dieser Daten in Echtzeit klassifiziert und anschließend sortiert werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ist deshalb in einfacher Weise durchführbar, da von einer Einheit simultan und mit hoher räumlicher und

spektraler Auflösung in Echtzeit geometrische sowie spektrale Daten, beispielsweise betreffend Farbe und/oder chemischer Eigenschaften der betrachteten Messobjekte erfasst werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ist besonders relevant bei Messobjekten, welche sich aus prozesstechnischen oder sonstigen Gründen relativ zum Erkennungssystem in Bewegung befinden. Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich insbesondere mit Hilfe des erfindungsgemäßen Erkennungssystems, bestehend aus einer Einheit zum gleichzeitigen Ermitteln von Bild- und Spektraldaten und einer mit dieser verbundenen Einheit zum Auswerten der ermittelten Bild- und Spektraldaten in einfacher Weise durchführen.

EP 1 421 999 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Identifizieren, Klassifizieren und Sortieren von Gegenständen, Objekten und Materialien, ein Erkennungssystem sowie eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens.

[0002] In einer Reihe von industriellen Prozessen sind Verfahren zur Identifikation bzw. Klassifikation von Gegenständen, Objekten und Materialien ein wichtiges Instrument zur Prozessführung bzw. -kontrolle.

[0003] So wird gemäß der DE-A1 19751862 ein automatisiertes Sortierverfahren angegeben, bei welchem die Identifikation der zu sortierenden Gegenstände mit Hilfe von Spektraldatenanalyse durchgeführt wird. Je nach Ansteuerung der dem Spektrometer vorgeschalteten Abtasteinrichtung beim Identifizierungsvorgang werden die Spektraldaten für eine vorgegebene Menge an zu sortierenden Gegenständen ermittelt und für die anschließende Klassifizierung an eine Rechereinheit weitergeleitet. Dieses Verfahren ist in apparatetechnischer Hinsicht aufwendig, da ein derartiges Erkennungssystem aus drei Subsystemen, nämlich einem Bildanalysesystem, einer Abtasteinrichtung und einem NIR- (nahes Infrarot) Spektrometer besteht.

[0004] Eine weitere bekannte Methode zur Klassifizierung von Gegenständen, Objekten und Materialien ist die Messung von spektralen Eigenschaften an einem Messobjekt in einem oder mehreren optischen Wellenlängenbereichen und die Auswertung der so erhaltenen spektralen Absorptions-, Emissions- oder Reflektionsmuster. Diese Verfahren setzen allerdings voraus, dass der Messfleck repräsentativ für das gesamte Messobjekt ist. Wenn dies nicht gewährleistet ist, beispielsweise wenn die Möglichkeit besteht, dass das Objekt durch andere Materialien verunreinigt oder überdeckt wird, inhomogen ist, oder wenn die Messobjekte eine relevante Oberflächenstruktur aufweisen, die erfasst werden soll, so sind diese Methoden unzureichend. Für derartige Fälle ist die Verwendung von Systemen erforderlich, mit welchen die benötigte Spektralinformation orts aufgelöst erfasst werden kann.

[0005] Es ist bekannt, in diesem Bereich Filtersysteme zu verwenden, wobei wahlweise diskrete Filter bei Beobachtung weniger, ausgewählter Wellenlängen eingesetzt werden oder wobei durch Verwendung von durchstimmbaren optischen Filtern ein multispektrales Bild, in Kombination mit einer Aufnahmeeinheit, üblicherweise einer Kamera, erfasst wird. Ein derartiges System unter Verwendung von akustisch durchstimmbaren optischen Filtern wird in US-A-5,216,484 beschrieben. Die Einschränkung bei Verwendung von Filtersystemen mit mehr als einer beobachteten Wellenlänge ist, dass sich das Messobjekt während der Dauer der Messung relativ zur Messeinrichtung nicht bewegen darf. Bei Auftreten einer Relativbewegung werden eine Reihe von Bildern erhalten, die einzelne Abbilder des Messobjektes bei einzelnen Wellenlängen, jedoch an

unterschiedlichen Positionen sind, wodurch kein vollständiges Abbild eines bewegten Messobjektes erhalten werden kann. Durch diese Einschränkung kann die Anforderung der Messung mit hoher Auflösung in beiden ebenen Dimensionen und in Echtzeit ohne Unterbrechung des Prozesses von derartigen Systemen nicht erfüllt werden.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile der aus dem Stand der Technik vorbekannten Verfahren zum Identifizieren und Klassifizieren von Gegenständen, Objekten und Materialien zu beseitigen, wobei gleichzeitig eine einfache Verfahrensführung gewährleistet sein soll.

[0007] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren der eingangs genannten Art vorgeschlagen, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass in einem Verfahrensschritt die spektralen Daten, wie Farbinformation, chemische Eigenschaften und räumlichen Daten, wie Form, Größe, Lage und/oder Struktur von relativ zur Messeinheit bewegten oder sich bewegendenden Gegenständen, Objekten und Materialien in beiden ebenen Dimensionen mit hoher räumlicher und voller spektraler Auflösung in Echtzeit ermittelt und erfasst werden.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] So kommen als Spektralbereiche vorzugsweise die folgenden Bereiche und/oder Subbereiche der Bereiche und/oder Kombinationen der Bereiche zur Anwendung: Ultraviolett (UV, 200 - 380 nm), sichtbares Licht (380 - 780 nm), nahes Infrarot (NIR, 780 - 2500 nm) und mittleres Infrarot ($> 2,5 \mu\text{m}$). Die so erfassten Gegenstände, Objekte und Materialien können anhand dieser Daten in Echtzeit klassifiziert und anschließend beispielsweise automatisiert sortiert werden.

[0010] Ein beispielhafter Anwendungsfall für das erfindungsgemäße Verfahren ist die material- bzw. sortenreine Sortierung von Gegenständen, Objekten und Materialien, wie Abfallstoffen, aber auch die Aufbereitung von Recycling-Materialien. Es ist bekannt, jegliche Art von Gegenständen, wie Abfallstoffe und Recycling-Material, per Hand zu sortieren. Dabei wird nach Kriterien wie Farbe, Form und Zusammensetzung der zu sortierenden Gegenstände vorgegangen. Obzwar eine Vorsortierung per Hand, wie dies beispielsweise bei kleineren Müllmengen in Haushalten durchgeführt wird, eine Erleichterung für die weitere Abfallentsorgung ist, sind dennoch manuelle Sortierverfahren aufwendig durchzuführen. Um die Sortierung zu vereinfachen bzw. die Sortierung von gesundheitsgefährdenden oder gesundheitsschädlichen Stoffen zu ermöglichen, kann hier das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt werden.

[0011] Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur in-line Qualitätskontrolle von Produkten während des Produktionsprozesses, beispielsweise von Oberflächenbeschichtungen. Die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ermöglicht für diese Anwendung die Kontrolle der Verteilung, Homogenität und Qualität ei-

nes Beschichtungsprozesses in Echtzeit. Zusätzlich lassen sich durch Anwendung von Bildverarbeitungsalgorithmen auf das Klassifikationsergebnis automatisiert und in Echtzeit Aussagen, beispielsweise über die räumliche und/oder die Größenverteilung von Irregularitäten treffen, was als Regel- und/oder Qualitätssicherungsparameter für die Prozessführung von essentieller Bedeutung für eine effiziente und störungsarme Produktion ist. Gegenüber dem Stand der Technik, namentlich (i) off-line Stichprobenprüfungen, (ii) nicht-ortsaufgelösten on-line Summenprüfverfahren, im Anwendungsbeispiel Flächenwiderstand und/oder -kapazität, oder (iii) der, aus apparatetechnischer und finanzieller Hinsicht aufwendigen Verwendung mehrerer, über die Breite der Förderanlage verteilten Einzelmessköpfe, stellt das erfindungsgemäße Verfahren somit einen signifikanten Fortschritt dar.

[0012] Die Erfindung betrifft weiters ein Erkennungssystem, bestehend aus einer Detektionseinheit zur simultanen Ermittlung der räumlichen aufgelösten Bild- und Spektraldaten in Echtzeit, welche oberhalb der auf einer Transportanlage, vorzugsweise einer Förderbahn, verteilten, zu klassifizierenden und/oder sortierenden Gegenständen positioniert ist, und einer mit dieser Einheit verbundenen Erkennungs- und Auswerteeinheit zum Auswerten der ermittelten multispektralen Bilddaten. Alternativ kann, insbesondere bei der Betrachtung von Oberflächen großer und/oder schwerer Objekte, die Detektionseinheit auf bzw. von einem ein- oder mehrachsigen Bewegungssystem bewegt werden, wobei sich das Messobjekt in Ruhestellung befindet.

[0013] In beiden Anordnungen können Linien quer zur Richtung der relativen Bewegung der zu klassifizierenden Gegenstände durch einen Spalt im Erkennungssystem abgebildet werden. Vorteilhafterweise besteht dieses Erkennungssystem aus einem bildgebendem Spektrographen in Kombination mit einer Aufnahmeeinheit. Dieses System ist dadurch gekennzeichnet, dass Linien, welche quer zur Richtung der Relativbewegung zwischen Messobjekt und Detektionseinheit verlaufen, mit Hilfe einer geeigneten, spektral abgestimmten Optik abgebildet und über einen Eintrittsspalt einem bildgebenden Spektrographen zugeführt werden, welcher mit einem wellenlängendispersiven Element zum spektralen Zerlegen der Linien ausgerüstet ist, so dass an der Austrittsseite des Spektrographen das eintretende Licht in die entsprechenden Spektralbereiche zerlegt und auf eine Aufnahmeeinheit abgebildet wird.

[0014] Die, wie vorstehend erläutert, ermittelten Daten werden in der Folge an die Auswerteeinheit weitergegeben, die vorteilhafterweise aus einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage besteht. Die mit hoher Geschwindigkeit übertragenen Daten von der Detektionseinheit werden zunächst mit Hilfe eines entsprechenden Computer-Softwareprogramms eingelesen. Zur Weiterverarbeitung umfasst die Computer-Software eine Reihe von mathematischen Algorithmen zur Bearbeitung der mit Hilfe des Erkennungssystems / den Er-

kennungssystemen ermittelten Datenströme in Echtzeit.

[0015] Bedingt durch die Relativbewegung werden sequentiell Linien aufgenommen und mittels Computer-Software zu einem multidimensionalen Informationsraum zusammengesetzt. Dieser besteht aus den beiden Ortskoordinaten in Längs- und Querrichtung zur Bewegungsrichtung sowie aus einer spektralen Dimension, welche die Spektralinformation als spektrale Intensität in Abhängigkeit der Wellenlänge beschreibt. Durch die Auswertung dieser Daten ist es möglich, sowohl Form, Größe und Lage der zu klassifizierenden Gegenstände als auch simultan dazu Farb- und/oder sonstige Materialeigenschaften, z.B. die chemische Zusammensetzung, zu bestimmen.

[0016] Allgemein dient diese Klassifikation der Zuordnung der erkannten Gegenstände zu Gruppen mit ähnlichen oder vergleichbaren Eigenschaften, wie im erfindungsgemäßen Fall, Form, Größe, Farbe, Struktur und/oder chemische Konstitution, sowie Kombinationen aus diesen und/oder ähnlichen Parametern. Zwar lassen sich Farben auch mit Hilfe von üblichen Farbkameras festhalten, jedoch sind diese auf drei Farbkanäle beschränkt, so dass eine Farbklassifikation nur mit hohem technischem Aufwand oder aber verminderter Präzision erfolgen kann. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird jedoch eine Spektralzerlegung ermöglicht, welche für 100 bis 200 Wellenlängen typisch ist, so dass ein präzises Identifizieren und Klassifizieren der zu sortierenden Gegenstände gewährleistet ist.

[0017] Durch die Beschränkung des mit einer Einheit erfassbaren Spektralbereiches kann es für spezifische Anwendungen vorteilhaft sein, das Gesamtsystem mit zwei oder mehr Detektionseinheiten, jeweils bestehend aus spektral abgestimmter Optik, bildgebendem Spektrographen und Kamera, auszustatten. Dadurch ist es möglich, die Informationsbasis der Klassifikation zu verbreitern und somit die Klassifikationszuverlässigkeit zu erhöhen. Die Detektionseinheiten werden dazu bevorzugt so in das Gesamtsystem integriert, dass sie synchron zueinander laufen und das selbe Beobachtungsfeld erfassen. Die Detektionseinheiten können wahlweise an eine gemeinsame oder individuelle Erkennungs- und Evaluationseinheiten angeschlossen sein.

[0018] Die Erfindung betrifft weiters eine Anordnung zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens als automatisierter Materialsortierprozess, welche im wesentlichen aus einer durchgängigen Förderbahn und einer wirkmächtig mit dem Erkennungssystem verbundenen Einrichtung, vorzugsweise eine Düsenreihe, besteht. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Anordnung sind gemäß Unteransprüche geoffenbart.

[0019] Die Erfindung wird im folgenden beispielhaft anhand der Fig. 1 bis 4 erläutert, wobei

Fig. 1 eine mögliche Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 einen in dieser Vorrichtung vorgesehenen bildgebenden Spektrographen mit integrierter Aufnahmeeinheit;

Fig. 3 ein in dieser Vorrichtung vorgesehenes Förderband; und

Fig. 4 den Querschnitt dieses Förderbandes darstellen.

[0020] Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens für die Anwendung als Erfassungs-, Klassifikations- und Steuersystem für die sortenreine Materialsortierung wird in der Folge anhand der beispielhaften Darstellungen gemäß Fig. 1 bis 4 näher erläutert:

[0021] Die zu sortierenden Gegenstände, Objekte und Materialien werden in Richtung des Pfeils 7 auf das Förderband 4 der Vorrichtung 1 gut verteilt aufgebracht. Nach einer kurzen Beschleunigungsstrecke gelangen diese Gegenstände mit einer Geschwindigkeit von typischerweise 1 bis 3 m/s zur Detektionseinheit 2, welche oberhalb des Förderbandes angeordnet ist. Der zu betrachtende Bereich des Förderbandes ist durch wenigstens eine optische Strahlungsquelle beleuchtet, welche sich bevorzugt durch eine über den Beobachtungsbereich räumlich und spektral homogene Intensitätsverteilung auszeichnet. In dieser Anordnung ist es möglich, Linien, welche quer zum Förderband verlaufen, durch eine Optik 8 der Detektionseinheit 2, wie sie in Fig. 2 dargestellt ist, zu erfassen. Das von dieser Beobachtungslinie ausgehende Licht gelangt über den Eintrittsspalt 9 - siehe Figur 2 - in einen abbildenden Spektrographen 10, der mit einem wellenlängendispersiven Element 11, bevorzugt einem Transmissionsgitter, ausgerüstet ist, so dass an der Austrittseite des Spektrographen unter Erhalt der räumlichen Information der abgebildeten Linie die Lichtstrahlen der abgebildeten Linien spektral zerlegt auf einer Aufnahmeeinheit 12 abgebildet werden. Diese Aufnahmeeinheit 12 ist vorteilhafterweise ein zweidimensionales Array, wie eine CCD-(charge-coupled device) oder CMOS- (complementary metal-oxide semiconductor) Kamera oder eine sonstige Kamera, welche für den jeweiligen Spektralbereich besonders geeignet ist.

[0022] Die Daten werden an die Auswerteeinheit 3 übermittelt und dort weiterverarbeitet. Mit dem erfindungsgemäßen Erkennungssystem werden gleichzeitig zwei Kategorien von Daten bestimmt, nämlich einerseits die Spektraldaten zum Bestimmen der Farbe und/oder der chemischen Eigenschaften und andererseits die Bilddaten zum Bestimmen von Form, Lage, Größe und/oder Struktur der zu klassifizierenden Gegenstände. Die Form der Gegenstände wird dadurch aufgenommen, dass die Linien quer zum Förderband mit einer typischen Auflösung von zwischen 128 Punkten und 1600 Punkten erfasst und ausgewertet werden. Durch die sequentielle Aufnahme der Linien entsteht aus den vorge-

nannten Linien ein zweidimensionales Bild. Aus diesem Datensatz lassen sich die geometrischen Eigenschaften der zu klassifizierenden Gegenstände bestimmen.

[0023] Die Datenverarbeitung umfasst für typische, rein qualitative Klassifikation eine Dunkelstromkorrektur, eine Referenzierung gegen einen Standard, eine Normalisierung der Spektren, eine Filterstufe zur Reduktion des Rauschens, die Berechnung der 1. oder 2. Ableitung sowie die eigentliche Klassifikation nach einem auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmten und optimierten Algorithmus. Weitere Funktionen können beispielsweise die zur Bestimmung des Schwerpunktes und/oder der Objekt- bzw. Klassenkanten und/oder anderer Objekteigenschaften mittels Bildverarbeitungsalgorithmen sein. Dadurch ist es möglich, die zu trennenden Gegenstände präzise zu erkennen, in Echtzeit zu klassifizieren und im weiteren beispielsweise eine entsprechende Sortierung vorzunehmen.

[0024] Im Falle von Mülltrennung ist beispielsweise für das Recycling von Kunststoffflaschen, wie Polyethylenterephthalat (PET) - Flaschen, nicht nur die Klassifikation nach Material, Komponenten, sondern auch nach Farbe und/oder nach Art der Schraubkappe der Flasche für die Weiterarbeitung vorteilhaft. Ebenso können Standard-Sortierkriterien, die bei anderen Klassifikationsverfahren Verwendung finden, wie Länge, Breite und Form bzw. Kontur direkt aus den Daten extrahiert und zur Sortierung herangezogen werden. Durch Kombination der benötigten Daten im softwareseitigen Evaluationsmodul, beispielsweise durch Vergleich mit hinterlegten Soll-Vorgaben, kann das Klassifikationsergebnis an die prozessspezifische Anforderung angepasst werden. Die Daten, das sind die sogenannten Output-Daten des Evaluationsmoduls, werden über eine benutzerdefinierte Schnittstelle, ein weiteres Modell der Computer-Software, an die entsprechenden Steuerkomponenten, beispielsweise ein übergeordnetes Prozessleitsystem oder, wie in dieser beispielhaften Anwendung, an eine Einheit zur automatisierten Sortierung, etwa steuerbare Ausblasdüsen, weitergeleitet. Bei dieser Anwendung für die Materialsortierung kann somit nach dem Ermitteln der vorgenannten Daten eine automatisierte Sortierung, zum Beispiel durch Ausblasen oder mittels gesteuerter Klappen, erfolgen.

[0025] Besonders bevorzugt ist die Sortierung mit Hilfe einer steuerbaren Düsenreihe 5, in welcher Luftdüsen 14 derart angeordnet sind, dass die dadurch erzeugten Luftströme die auszusortierenden Gegenstände schräg seitlich in entsprechende Auffangbehälter wirbeln, so dass diese vom Förderband 4 abgezogen werden können. Die Düsenreihe 5 ist, wie aus Figuren 3 und 4 ersichtlich, vorteilhafterweise unterhalb der die Gegenstände tragenden Trume der Streifen 13 angeordnet.

[0026] Eine weitere bevorzugte Methode ist die Verwendung eines zusätzlichen Querförderbandes 6, das in einem Abstand von beispielsweise 30 cm quer über dem Transportförderband 4 angebracht ist. Die auszu- tragenden Gegenstände werden bei dieser Ausfüh-

rungsform durch die Ausblasdüsen auf dieses Förderband gewirbelt und anschließend auf dem Querförderband abtransportiert. Dieser Sortiervorgang wird anhand der Darstellung gemäß Fig. 3 näher erläutert. Dar-
 aus ist zu ersehen, dass das Förderband 4 in Längs-
 richtung aus mehreren voneinander beabstandeten, z.
 B. etwa 50 Streifen 13 besteht. Die Düsenreihe 5 ist so
 angebracht, dass die einzelnen Düsen 14 zwischen den
 Streifen 13 des Förderbandes zur Wirkung kommen. An
 diesen Ausblasstationen werden die zu sortierenden
 Gegenstände über die unter dem Förderband montier-
 ten, steuerbaren Düsenreihe 5 geführt, wobei durch die
 besondere Ausführung des Förderbandes in Form der
 Streifen 13 keine Unterbrechung des Bandes und somit
 auch keine Unterbrechung im Förderstrom erfolgt. Die
 Form der Düsen 14 und das dadurch erzeugte Strö-
 mungsprofil sind so eingestellt, dass die auszusortie-
 renden Gegenstände entsprechend ihrem Gewicht und
 dem erzeugten Luftstrom auf das Querförderband 6
 oder in einen seitlichen Auffangbehälter (nicht darge-
 stellt) gewirbelt werden. Durch die Verwendung des
 speziellen Förderbandes 4, beispielsweise einem Rie-
 menband, und das Anbringen der Düsenreihe 5 unter
 diesem Band, verbleiben jene Gegenstände, welche in
 dieser Trennstufe noch nicht aussortiert werden, weiter-
 hin mit gleicher Position und Lage auf dem Förderband
 für den Transport zur nächsten Trennstufe. Dadurch
 können je nach Anforderungsprofil auch mehrere
 Trennschritte durchgeführt werden. Dadurch wird das
 automatisierte Sortieren unterschiedlicher Gegenstände
 ermöglicht, so dass eine spezifische Sortierung nach
 Zusammensetzung, wie nach unterschiedlichen Kunst-
 stoffen, Metallen und dergleichen, aber auch nach Um-
 weltschädlichkeit, Verkaufswert oder Brennwert ermög-
 licht ist.

[0027] Zusammenfassend kann gesagt werden, dass
 das erfindungsgemäße Verfahren zum Identifizieren,
 Klassifizieren und Sortieren von Gegenständen deshalb
 in einfacher Weise durchführbar ist, da von einer Einheit
 simultan und mit hoher räumlicher und spektraler Auf-
 lösung in Echtzeit geometrische sowie spektrale Daten,
 beispielsweise betreffend Farbe und/oder chemischer
 Eigenschaften der betrachteten Messobjekte erfasst
 werden. Das erfindungsgemäße Verfahren ist beson-
 ders relevant bei Messobjekten, welche sich aus pro-
 zess technischen oder sonstigen Gründen relativ zum
 Erkennungssystem in Bewegung befinden. Das erfin-
 dungsgemäße Verfahren lässt sich insbesondere mit
 Hilfe des erfindungsgemäßen Erkennungssystems, be-
 stehend aus einer Einheit zum gleichzeitigen Ermitteln
 von Bild- und Spektraldaten und einer mit dieser ver-
 bundenen Einheit zum Auswerten der ermittelten Bild-
 und Spektraldaten in einfacher Weise durchführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Identifizieren, Klassifizieren und

Sortieren von Gegenständen, Objekten und Mate-
 rialien, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem
 Verfahrensschritt die spektralen Daten, wie Farbe,
 chemische Eigenschaften, und räumlichen Daten,
 wie Form, Größe, Lage und/oder Struktur von rela-
 tiv zur Messeinheit bewegten oder sich bewogen-
 den Gegenständen, Objekten und Materialien in
 beiden ebenen Dimensionen mit hoher räumlicher
 und voller spektraler Auflösung in Echtzeit ermittelt
 und erfasst werden und dass die so erfassten Ge-
 genstände, Objekte und Materialien anhand dieser
 Daten in Echtzeit klassifiziert und anschließend sor-
 tiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** das Ermitteln der spektral und zwei-
 dimensional räumlich hoch aufgelösten Spektralinfo-
 rmation in Echtzeit durch Beleuchtung und/oder
 Detektion im UV und/oder im sichtbaren und/oder
 im nahen Infrarot und/oder im mittleren Infrarot er-
 folgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch ge-
 kennzeichnet, dass** das Ermitteln der räumlich
 aufgelösten Spektralinformation mit Hilfe einer
 Kombination aus einem bildgebenden Spektrogra-
 phen (10) und einer Aufnahmeeinheit (12) erfolgt,
 welche mit einer Auswerteeinheit (3) verbunden ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekenn-
 zeichnet, dass** die Auswertung der ermittelten
 Bild- und Spektralinformationen in Echtzeit mit Hilfe
 eines computerbasierten Klassifikationsprogram-
 mes in der Auswerteeinheit (3) erfolgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **da-
 durch gekennzeichnet, dass** mittels eines Soft-
 waremoduls die Sortierund/oder Klassifikationskri-
 terien ausgewählt und/oder eingestellt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **da-
 durch gekennzeichnet, dass** die einem Sortierkri-
 terium entsprechenden Gegenstände mittels einer
 Sortiervorrichtung, bevorzugt mittels eines steuer-
 baren Luftstroms, ohne Unterbrechung des Ge-
 samtprozesses aus dem Verfahrenskreislauf abge-
 zogen werden.
7. Erkennungssystem zur Durchführung eines Verfah-
 rens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bestehend
 aus einer Detektionseinheit (2) zur simultanen Er-
 mittlung von räumlichen aufgelösten Bild- und
 Spektraldaten in Echtzeit, welche oberhalb der auf
 einer Transportanlage, vorzugsweise einer Förder-
 bahn (4), verteilt, zu klassifizierenden und/oder
 sortierenden Gegenständen positioniert ist, und ei-
 ner mit dieser Einheit verbundenen Auswerteein-
 heit (3) zum Auswerten der ermittelten multispek-

tralen Bilddaten.

8. Erkennungssystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zu klassifizierende Gegenstand stationär ist und dass die Detektionseinheit (2) auf einem ein- oder mehrachsigen Bewegungssystem montiert ist und über den Gegenstand geführt wird. 5
9. Erkennungssystem nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektionseinheit (2) ein bildgebender Spektrograph (10) in Kombination mit einer Aufnahmeeinheit (12) ist, wodurch Linien, welche quer zur Richtung der Relativbewegung zwischen dem beobachteten Gegenstand, Objekt oder Material und der Detektionseinheit (2) verlaufen, mit Hilfe einer geeigneten, spektral abgestimmten Optik (8) abgebildet und über einen Eintrittsspalt (9) dem bildgebenden Spektrographen (10) zugeführt werden, welcher mit einem wellenlängendispersiven Element, bevorzugt einem Transmissionsgitter (11), zur Extraktion der Spektralinformation aus einem Lichtstrahl ausgerüstet ist, so dass an der Austrittsseite des Spektrographen unter Erhalt der räumlichen Information der abgebildeten Linie die Lichtstrahlen der abgebildeten Linien spektral zerlegt und auf der Aufnahmeeinheit (12) abgebildet werden. 10
15
20
25
10. Erkennungssystem nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (3) eine Datenverarbeitungseinrichtung zur Durchführung der verschiedenen mathematischen Algorithmen zur Vorverarbeitung, Klassifikation und Nachverarbeitung der multispektralen Bilddaten in Echtzeit ist. 30
35
11. Anordnung zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch** die Übergabe der Klassifikations- und Bildverarbeitungsergebnisse der Auswerteeinheit (3) an ein übergeordnetes Prozessleitsystem, wie Prozessregelparameter, Parameter zur Überwachung des Prozesszustandes, Parameter zur Detektion von Betriebsstörungen und/oder fehlerhaften Objekten und/oder Fehlstellen an Objekten. 40
45
12. Anordnung zum Ausführen des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch** eine durchgängige Förderbahn (4) und wenigstens eine mit dem Erkennungssystem gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9 wirkmäßig verbundene Einrichtung (5) zum Aussortieren von vom Erkennungssystem als den Sortierkriterien entsprechend erkannten Gegenständen, Objekten oder Materialien. 50
55
13. Anordnung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aussortieren mittels Computer- software anhand der durch die Auswerteeinheit (3) ermittelten Daten gesteuert wird.
14. Anordnung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Aussortieren eine Düsenreihe (5) und seitlich angebrachte Auffangbehälter umfasst.
15. Anordnung nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Aussortieren eine Düsenreihe (5) und ein quer über die Förderbahn (4) positioniertes Querförderband (6) umfasst.
16. Anordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Förderbahn (4) über die gesamte Anlage durchgängig ist.
17. Anordnung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durchgängige Förderbahn (4) von mehreren parallelen Streifen (13) in Längsrichtung gebildet ist und dass die Düsenreihe (5) unterhalb der die Gegenstände tragenden Trume der Streifen (13) angeordnet ist.
18. Anordnung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auszusortierenden Gegenstände mittels Ausblasung schräg seitlich aus dem Materialstrom entfernt werden.
19. Anordnung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auszusortierenden Gegenstände mittels Ausblasung auf ein über dem Transportband befindliches Querförderband (6) gewirbelt und damit aus dem Materialstrom entfernt werden.

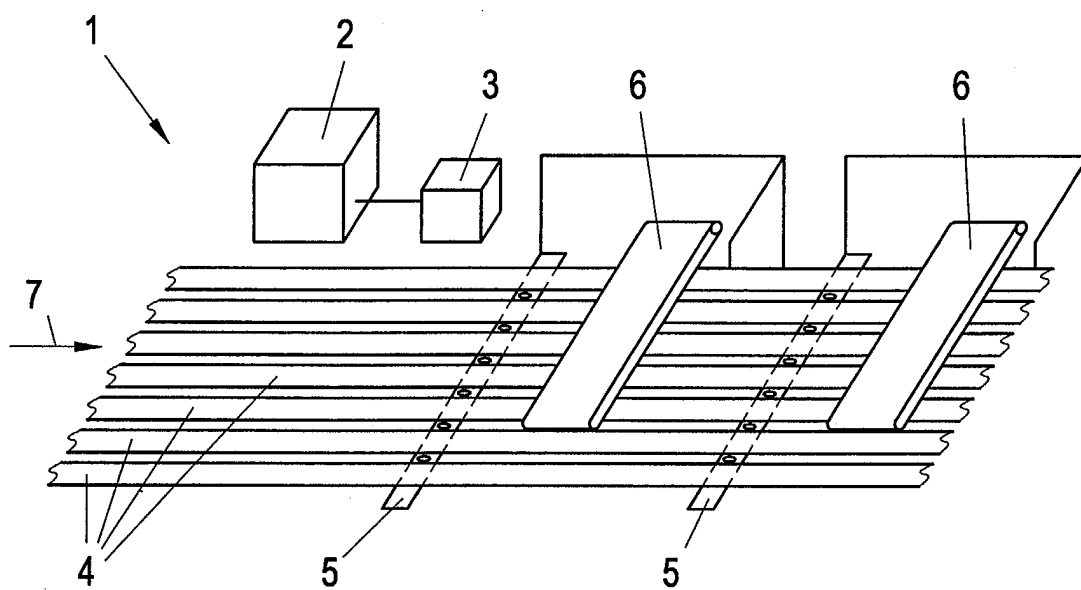


FIG. 1

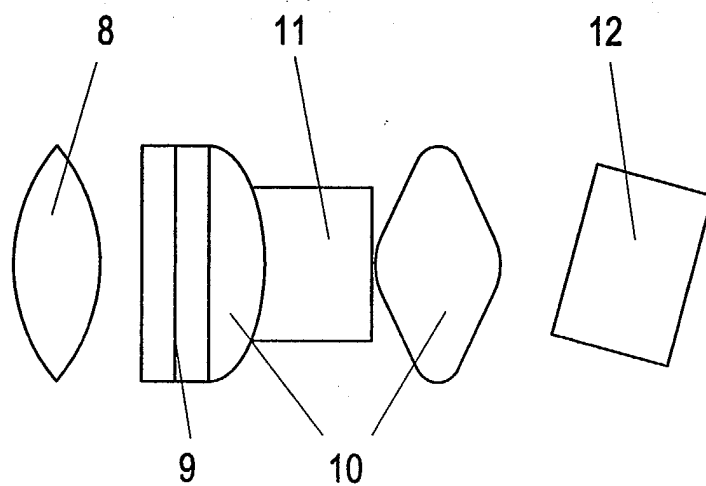


FIG. 2

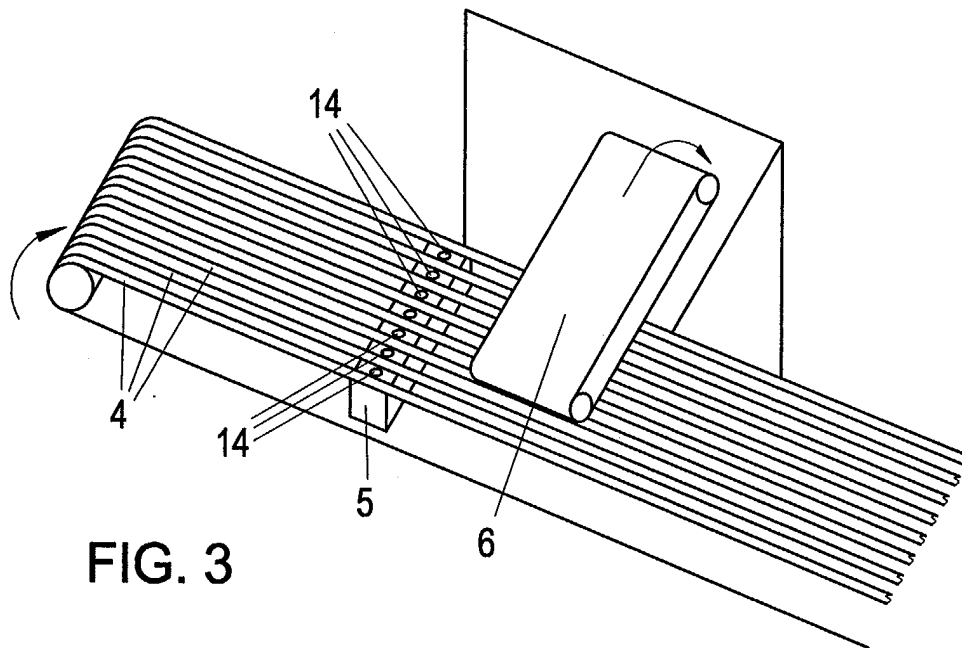


FIG. 3

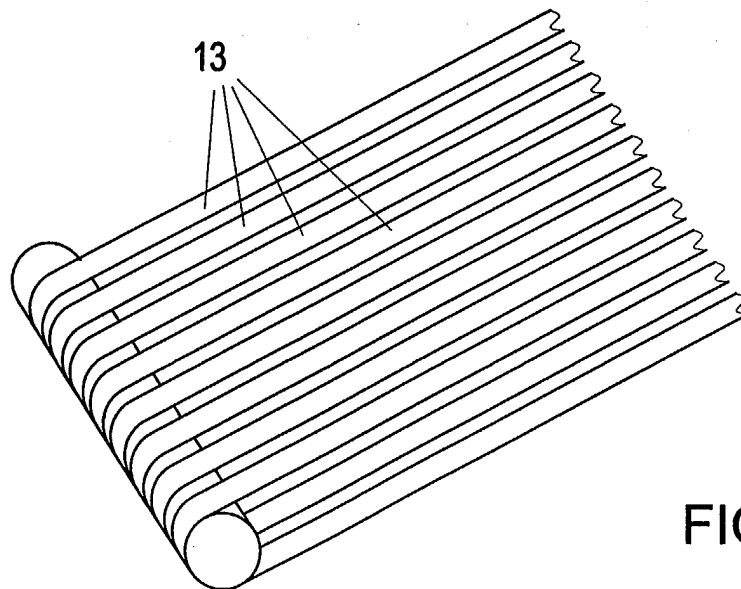


FIG. 4