(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 110 187 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
27.02.2013 Patentblatt 2013/09

(51) Int Cl.:
B07C 5/342 *(2006.01)* ***B07C 5/10*** *(2006.01)*
B07C 5/36 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09008037.5**

(22) Anmeldetag: **20.11.2003**

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

Method for identifying, classifying and sorting objects and materials and a recognition system for carrying out this method

Procédé d'identification, de classification et de tri d'objets, de matériaux et système de reconnaissance destiné à l'exécution de ce procédé

(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

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.10.2009 Patentblatt 2009/43

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
03450254.2 / 1 421 999

(73) Patentinhaber: **TITECH VISIONSORT AS**
0680 Oslo (NO)

(72) Erfinder:
- **Gurschler, Christian**
  9500 Villach (AT)
- **Kulcke, Axel, Dr.**
  8382 Weichselbaum (AT)
- **Leitner, Raimund**
  9500 Villach (AT)
- **Scherf, Werner, Dr.**
  9500 Villach (AT)

(74) Vertreter: **Dungler, Karin et al**
Beer & Partner
Patentanwälte KG
Lindengasse 8
1070 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 982 083
EP-A- 1 243 350
WO-A-00/57160
WO-A-01/67073
WO-A-02/07066
WO-A-96/06689
GB-A- 1 579 741

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 110 187 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Identifizieren, Klassifi zieren 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, und die so erfassten Gegenstände, Objekte und Materialien anhand dieser Daten in Echtzeit klassifiziert und anschließend sortiert werden, und wobei die einem Sortierkriterium entsprechenden Gegenstände mittels einer Sortiervorrichtung, bevorzugt mittels eines steuerbaren Luftstroms, ohne Unterbrechung des Gesamtprozesses aus dem Verfahrenskreislauf abgezogen werden. Die Erfindung betrifft weiters 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 Identifiziervorgang werden die Spektraldaten für eine vorgegebene Menge an zu sortierenden Gegenständen ermittelt und für die anschließende Klassifizierung an eine Rechnereinheit 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 ortsaufgelöst 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] Aus der WO-A-01/67073 ist ein Verfahren zur Qualitätskontrolle von Obst bekannt, wobei als Analysemethode die nahe Infrarotspektroskopie verwendet wird. Allerdings ist diese Methode auf Teilbereiche des Analysegegenstandes limitiert, sodass vom Analysegegenstand nur ausschnittsweise spektroskopische Daten ermittelt werden. Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, 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.

[0008] Erfindungsgemäß wird ein Verfahren der eingangs genannten Art vorgeschlagen, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Erkennungssystem, bestehend aus einer Detektionseinheit zur simultanen Ermittlung von räumlichen aufgelösten Bild- und Spektraldaten in Echtzeit, welche oberhalb der auf einer Transportanlage, vorzugsweise einer Förderbahn, verteilten, zu sortierenden Gegenständen positioniert ist, und einer mit dieser Einheit verbundenen Auswerteeinheit zum Auswerten der ermittelten multispektralen Bilddaten, verwendet wird, und dass als Detektionseinheit ein bildgebender Spektrograph in Kombination mit einer Aufnahmeeinheit verwendet wird, wodurch Linien, welche quer zur Richtung der Relativbewegung zwischen dem beobachteten Gegenstand, Objekt oder Material und der Detektionseinheit verlaufen, mit Hilfe einer geeigneten, spektral abgestimmten Optik abgebildet und über einen Eintrittsspalt dem bildgebenden Spektrographen zugeführt werden, welcher mit einem wellenlängendispersiven Element, bevorzugt einem Transmissionsgitter, zur Extraktion der Spektralinformation aus einem Lichtstrahl ausgerüstet ist, so dass an der Austrittseite des Spektrographen unter Erhalt der räumlichen Information der abgebildeten Linie die Lichtstrahlen der abgebildeten Linien spektral zerlegt und auf der Aufnahmeeinheit abgebildet werden.

[0009] Die Erfindung betrifft weiters eine Anordnung zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens, umfassend ein Erkennungssystem, bestehend aus einer Detektionseinheit, welche oberhalb der auf einer Transportanlage positioniert ist, und einer mit dieser Einheit verbundenen Auswerteeinheit, wobei als Detektionseinheit ein bildgebender Spektrograph in Kombination mit einer Aufnahmeeinheit verwendet wird, und wobei als Transportanalge eine durchgängige Förderbahn und wenigstens eine mit der Detektionseinheit wirkmäßig verbundene Einrichtung zum Aussortieren von den Sortierkriterien entsprechend erkannten Gegenständen, Objekten oder Materialien vorgesehen sind. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Anordnung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kommen als Spektralbereiche beispielsweise 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 μm). Die so erfassten Gegenstände, Objekte und Materialien können anhand dieser Daten in Echtzeit klassifiziert und anschließend beispielsweise automatisiert sortiert werden.

[0011] 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.

[0012] 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 eines 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.

[0013] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können Linien quer zur Richtung der relativen Bewegung der zu klassifizierenden Gegenstände durch einen Spalt im Erkennungssystem abgebildet werden. Dabei 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 beispielsweise 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 Erkennungssystemen ermittelten Datenströme in Echtzeit.

[0015] Bedingt durch die Relativbewegung werden sequentiell Linien aufgenommen und mittels Computersoftware 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 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.

[0019] 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:

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.

[0020] Die Daten werden an die Auswerteeinheit 3 übermittelt und dort weiterverarbeitet. Mit dem erfindungsgemäß verwendeten Erkennungssystem werden gleichzeitig zwei Kategorien von Daten bestimmt, nämlich einerseits die Spektraldaten zum Bestimmen der Farbe und/oder der chemischen Eigenschaften und anderseits 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 vorgenannten Linien ein zweidimensionales Bild. Aus diesem Datensatz lassen sich die geometrischen Eigenschaften der zu klassifizierenden Gegenstände bestimmen.

[0021] 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.

[0022] 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, bei-

spielsweise 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.

[0023] 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.

[0024] 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 auszutragenden Gegenstände werden bei dieser Ausführungsform durch die Ausblasdüsen auf dieses Förderband gewirbelt und anschließend auf dem Querförderband abtransportiert. Dieser Sortiervorgang wird anhand der Darstellung gemäß Fig. 3 näher erläutert. Daraus ist zu ersehen, dass das Förderband 4 in Längsrichtung 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 montierten, 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 Strömungsprofil sind so eingestellt, dass die auszusortierenden Gegenstände entsprechend ihrem Gewicht und dem erzeugten Luftstrom auf das Querförderband 6 oder in einen seitlichen Auffangbehälter (nicht dargestellt) gewirbelt werden. Durch die Verwendung des speziellen Förderbandes 4, beispielsweise einem Riemenband, und das Anbringen der Düsenreihe 5 unter diesem Band, verbleiben jene Gegenstände, welche in dieser Trennstufe noch nicht aussortiert werden, weiterhin 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 Kunststoffen, Metallen und dergleichen, aber auch nach Umweltschädlichkeit, Verkaufswert oder Brennwert ermöglicht ist.

[0025] 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 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 erfindungsgemäß verwendeten 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.

Patentansprüche

1. 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, und die so erfassten Gegenstände, Objekte und Materialien anhand dieser Daten in Echtzeit klassifiziert und anschließend sortiert werden und wobei die einem Sortierkriterium entsprechenden Gegenstände mittels einer Sortiervorrichtung, bevorzugt mittels eines steuerbaren Luftstroms, ohne Unterbrechung des Gesamtprozesses aus dem Verfahrenskreislauf abgezogen werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Erkennungssystem, bestehend aus einer Detektionseinheit (2) zur simultanen Ermittlung von räumlichen aufgelösten Bild- und Spektraldaten in Echtzeit, welche oberhalb der auf einer Transportanlage, vorzugsweise einer Förderbahn (4), verteilten, zu sortierenden Gegenständen positioniert ist, und einer mit dieser Einheit verbundenen Auswerteeinheit (3) zum Auswerten der ermittelten multispektralen Bilddaten, verwendet wird, und dass als Detektionseinheit ein bildgebender Spektrograph (10) in Kombination mit einer Aufnahmeeinheit (12) verwendet wird, wodurch Linien, welche quer zur Richtung der Relativbewegung zwischen dem beobachteten Ge-

genstand, Objekt oder Material und der Detektionseinheit 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 Austrittseite des Spektrographen unter Erhalt der räumlichen Information der abgebildeten Linie die Lichtstrahlen der abgebildeten Linien spektral zerlegt und auf der Aufnahmeeinheit (12) abgebildet werden.

2. Anordnung zum Ausführen des Verfahrens nach Anspruch 1, umfassend ein Erkennungssystem, bestehend aus einer Detektionseinheit (2), welche oberhalb einer Transportanlage positioniert ist, und einer mit dieser Einheit verbundenen Auswerteeinheit (3), wobei als Detektionseinheit ein bildgebender Spektrograph (10) in Kombination mit einer Aufnahmeeinheit (12) verwendet wird, und wobei als Transportanalge eine durchgängige Förderbahn (4) und wenigstens eine mit der Detektionseinheit wirkmäßig verbundene Einrichtung (5) zum Aussortieren von den Sortierkriterien entsprechend erkannten Gegenständen, Objekten oder Materialien vorgesehen sind.

3. Anordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Aussortieren eine Düsenreihe (5) und seitlich angebrachte Auffangbehälter umfasst.

4. Anordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung zum Aussortieren eine Düsenreihe (5) und ein quer über die Förderbahn (4) positioniertes Querförderband (6) umfasst.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Förderbahn (4) über die gesamte Anlage durchgängig ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, **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.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auszusortierenden Gegenstände mittels Ausblasung schräg seitlich aus dem Materialstrom entfernt werden.

8. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die auszusortierenden Gegenstände mittels Ausblasung auf ein über dem Transportband befindliches Querförderband (6) gewirbelt und damit aus dem Materialstrom entfernt werden.

Claims

1. A process for identifying, classifying and sorting items, objects and materials, wherein in one process step the spectral data, such as colour, chemical properties and spatial data, such as shape, size, position and/or structure of items, objects and materials moved or moving relative to the measuring unit are determined and recorded in real time in both planar dimensions with high spatial and full spectral resolution and the items, objects and materials recorded in this manner are classified in real time using this data and then sorted and wherein the items matching a sorting criterion are removed from the process cycle by means of a sorting mechanism, preferably by means of a controllable air current, without the entire process being interrupted, **characterized in that** a recognition system comprising a detection unit (2) for the simultaneous determination of spatial resolved image and spectral data in real time, which is positioned above the items to be sorted which are distributed on a transport system, preferably a conveyor belt (4), and an evaluation unit (3) connected to this unit for evaluating the multispectral image data obtained is used and that an imaging spectrograph (10) is used as the detection unit in combination with a recording unit (12), whereby lines which run transversely to the direction of the relative movement between the observed item, object or material and the detection unit are imaged with the help of a suitable spectrally coordinated optical system (8) and supplied to the imaging spectrograph (10) via an entry slot (9), said spectrograph being equipped with a wavelength-dispersive element, preferably a transmission grid (11), for extracting spectral information from a light beam, so that at the outlet side of the spectrograph the light beams of the imaged lines are spectrally fragmented, while retaining the spatial information, and displayed on the recording unit (12).

2. A configuration for implementing the process according to claim 1, comprising an recognition system made up of a detection unit (2), which is positioned above a transport system, and an evaluation unit (3) connected to this unit, wherein an imaging spectrograph (10) is used as the detection unit in combination with a recording unit (12) and wherein a continuous conveyor belt (4) as the transport system and at least one mechanism (5) effectively connected to the detection unit for sorting the items, objects or materials identified as matching the sorting criteria are provided.

3. The configuration according to claim 2, **character-**

ized in that the sorting mechanism comprises a row of nozzles (5) and collecting vessels attached to the side.

4. The configuration according to claim 2, **characterized in that** the sorting mechanism comprises a series of nozzles (5) and a transverse conveyor belt (6) positioned transversely above the conveyor belt (4).

5. The configuration according to one of the claims 2 to 4, **characterized in that** the conveyor belt (4) is continuous throughout the entire system.

6. The configuration according to claim 5, **characterized in that** the continuous conveyor belt (4) is formed from a plurality of parallel strips (13) in a longitudinal direction and that the row of nozzles (5) is disposed beneath the offshoot of the strips (13) supporting the items.

7. The configuration according to one of the claims 2 to 6, **characterized in that** the items being sorted are removed from the material flow by being blown out obliquely to the side.

8. The configuration according to claim 7, **characterized in that** the items being sorted are spun by blowing out onto a transverse conveyor belt (6) located above the transport belt and thereby removed from the material flow.

Revendications

1. Procédé pour l'identification, la classification et le tri d'articles, d'objets et de matériaux, selon lequel, au cours d'une étape du procédé, les données spectrales, telles la couleur, les caractéristiques chimiques, et les données spatiales, telles la forme, la grandeur, la position et/ou la structure d'articles, d'objets et de matériaux déplacés ou se déplaçant par rapport à l'appareil de mesure dans les deux dimensions planes sont déterminées et détectées en temps réel avec une résolution spatiale élevée et à spectre total, et les articles, objets et matériaux ainsi décelés au moyen de ces données étant classés en temps réel et ensuite triés, et les articles correspondants à un critère de tri étant retirés du circuit du procédé grâce à un dispositif de tri, de préférence grâce à un flux d'air pouvant être commandé, sans interruption du processus global, **caractérisé en ce que** l'on utilise un système de reconnaissance se composant d'une unité de détection (2) pour la détermination simultanée de données spectrales et d'images à résolution spatiale en temps réel, laquelle est positionnée au-dessus d'articles à trier répartis sur un dispositif de transport, de préférence une bande transporteuse (4), et d'une unité d'analyse (3) raccordée à cette unité pour analyser les données d'image multispectrales déterminées, et **en ce que** l'on utilise en guise d'unité de détection un spectrographe d'imagerie (10) en combinaison avec une unité d'enregistrement (12), moyennant quoi des lignes, lesquelles s'étendent transversalement à la direction du mouvement relatif entre l'article, l'objet ou le matériau observé et l'unité de détection, sont représentées à l'aide d'une optique (8) adéquate à harmonisation spectrale et sont amenées via une fente d'entrée (9) au spectrographe d'imagerie (10), lequel est équipé d'un élément à dispersion de longueur d'onde, de préférence un réseau de transmission (11), pour l'extraction de l'information spectrale d'un faisceau lumineux, de sorte que du côté de sortie du spectrographe, les faisceaux lumineux des lignes représentées sont décomposés en obtenant l'information spatiale de la ligne représentée, et sont représentés sur l'unité d'enregistrement (12).

2. Agencement pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant un système de reconnaissance se composant d'une unité de détection (2), laquelle est positionnée au-dessus d'un dispositif de transport, et d'une unité d'analyse (3) raccordée à cette unité, moyennant quoi l'on utilise en guise d'unité de détection un spectrographe d'imagerie (10) en combinaison avec une unité d'enregistrement (12),et moyennant quoi l'on prévoit en guise de dispositif de transport une bande transporteuse (4) d'un seul tenant et au moins un dispositif (5) raccordé de manière opérative à l'unité de détection pour le triage des articles, objets ou matériaux reconnus de manière correspondante grâce aux critères de tri.

3. Agencement selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif pour le triage comprend une rangée de buses (5) et des récipients de collecte aménagés latéralement.

4. Agencement selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif pour le triage comprend une rangée de buses (5) et une bande transporteuse transversale (6) positionnée transversalement au-dessus de la bande transporteuse (4).

5. Agencement selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** la bande transporteuse (4) est d'un seul tenant à travers toute l'installation.

6. Agencement selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la bande transporteuse d'un seul tenant (4) est formée par plusieurs bandes parallèles (13) en direction longitudinale et **en ce que** la rangée de buses (5) est disposée en-dessous des brins des bandes (13) supportant les articles.

7. Agencement selon l'une des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce que** les articles à trier sont éliminés latéralement en biais du flux de matériaux grâce à un soufflage.

8. Agencement selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** l'on fait tourbillonner les articles à trier à l'aide d'un soufflage sur une bande transporteuse transversale (6) se trouvant au-dessus de la bande transporteuse en les éliminant ainsi du flux de matériaux.

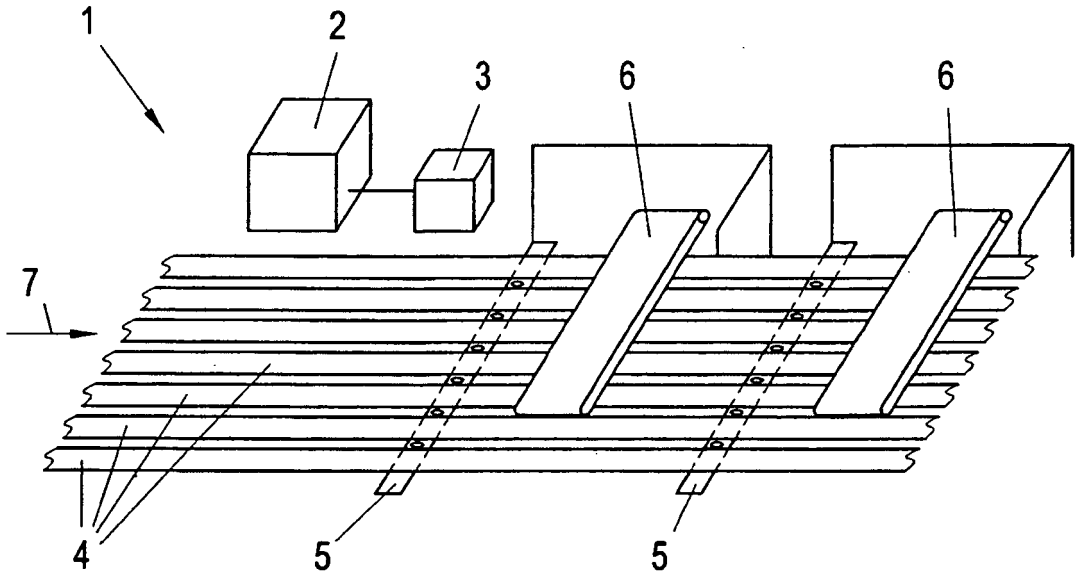

FIG. 1

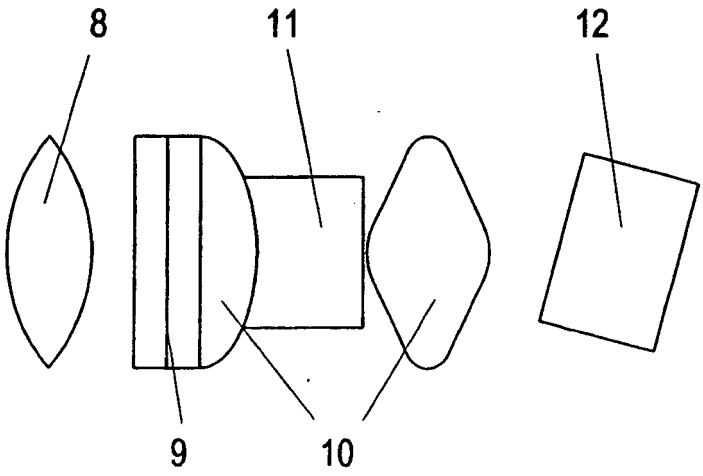

FIG. 2

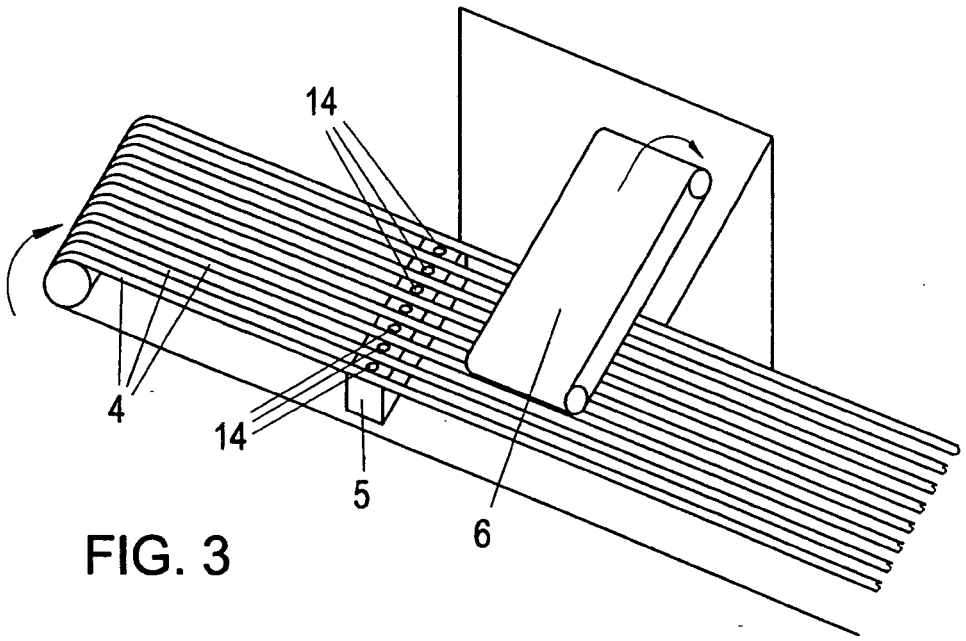

FIG. 3

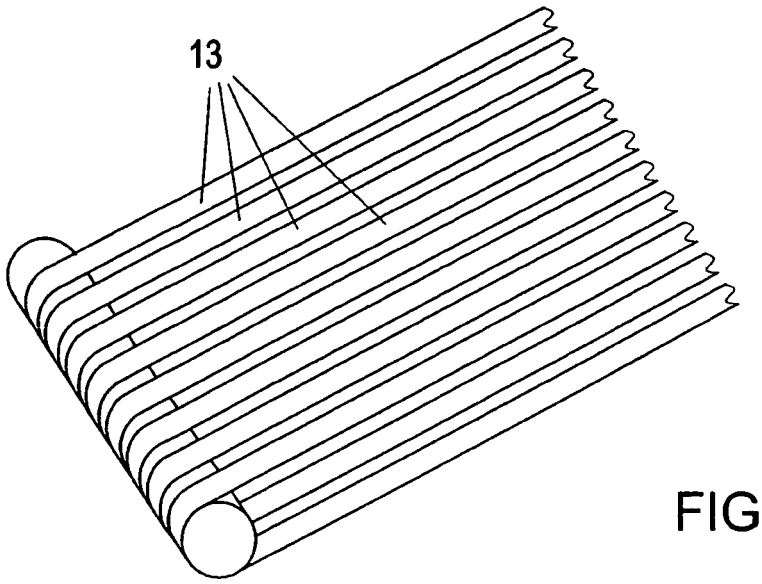

FIG. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19751862 A1 **[0003]**
- US 5216484 A **[0005]**
- WO 0167073 A **[0006]**