

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 719 054 A9

(51) Int. Cl.: D01G 31/00 (2006.01)
G01N 33/36 (2006.01)
G01N 21/89 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(15) Korrekturinformation:
Korrigierte Fassung Nr. 1
Gesamtes Dokument

(71) Anmelder:
Uster Technologies AG, Sonnenbergstrasse 10
8610 Uster (CH)

(21) Anmeldenummer: 070379/2021

(22) Anmeldedatum: 12.10.2021

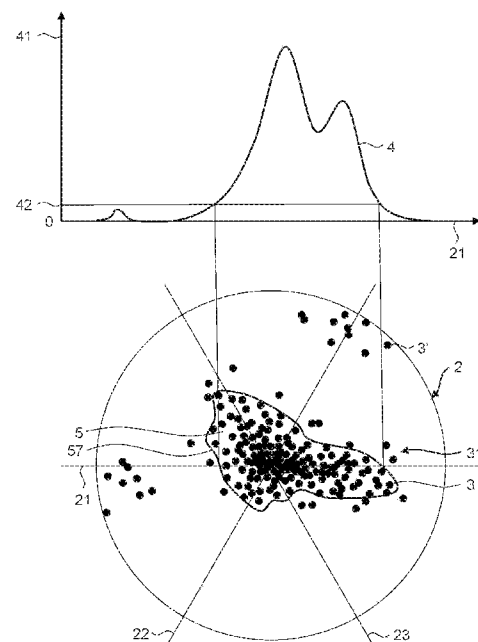
(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.04.2023

(48) Berichtigung veröffentlicht: 30.06.2023

(72) Erfinder:
Mario Siegenthaler, 8535 Herdem (CH)
Ulf Schneider, 8610 Uster (CH)

(54) Optische Charakterisierung eines Textilfasergebildes.

(57) Das Verfahren dient zur automatischen optischen Charakterisierung eines Textilfasergebildes. Eine Vielzahl von Farbinformationen über verschiedene Stellen des Textilfasergebildes wird von einem optischen Sensorsystem erfasst. Die erfassten Farbinformationen werden in einem Farbraum (2) als Punktwolke (31) eingetragen. Eine Häufigkeitsdichteverteilung (4) der Punktwolke (31) wird bestimmt. Die Häufigkeitsdichteverteilung (4) wird numerisch spezifiziert. Die Erfindung ermöglicht die Feststellung einer Materialänderung des Textilfasergebildes und optimiert die Ausscheidung von Fremdmaterialien aus dem Textilfasergebilde.



Beschreibung**FACHGEBIET**

[0001] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem Gebiet der Herstellung von Garn. Sie betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen optischen Charakterisierung eines Textilfasergebildes, gemäss den unabhängigen Patentansprüchen. Sie kann bspw., aber nicht ausschliesslich, in der Putzerei einer Spinnerei zum Einsatz kommen.

STAND DER TECHNIK

[0002] Üblicherweise werden Textilfasern in Form von Faserballen in eine Spinnerei geliefert. Dort werden die Textilfaserballen aneinandergereiht, wobei oft absichtlich Textilfaserballen verschiedener Sorten und/oder Qualitäten zu einer einzigen Ballenvorlage zusammengestellt werden, um eine entsprechende Fasermischung zu erhalten. Die Ballenvorlage wird mittels eines Ballenöffners schichtweise abgetragen. Die abgetragenen Textilfasern werden in Form von Faserflocken in einem Luftstrom pneumatisch zu verschiedenen Reinigungsstufen transportiert, welche die Faserflocken feiner auflösen und Fremdmaterialien daraus entfernen.

[0003] Die US-6,452,157 B1 befasst sich mit einer Vorrichtung an einer Faserverarbeitungseinrichtung zum Erkennen und Verarbeiten von Verunreinigungen, Fremdstoffen und -fasern in textilem Fasermaterial. Die Vorrichtung hat mindestens zwei Lichtquellen, die das Fasermaterial abwechselnd mit unterschiedlicher Farbe beleuchten. Ausserdem ist ein Sensor vorgesehen, der die Farben des vom Fasermaterial reflektierten Lichtes empfängt. Bei einer sprunghaften Farbänderung des Fasermaterials von einer vorgegebenen Farbe entsteht ein elektrisches Signal. Um eine Anpassung der Leuchtfarben je nach Anwendungsfall, z. B. an unterschiedliche oder wechselnde Farbe des Fasermaterials, zu ermöglichen, wird eine Mehrfarben-Lichtquelle mit mehr als zwei Farben herangezogen. Die Art der Farben der Mehrfarben-Lichtquelle ist in Abhängigkeit von der Farbe des zu beleuchtenden Fasermaterials wählbar.

[0004] In einem Verfahren zur Optimierung eines Garnherstellungsprozesses gemäss der WO-2021/051210 A1 werden Fremdmaterialien in einem Textilfasergebilde überwacht. Das Textilfasergebilde wird mit elektromagnetischer Strahlung aus mindestens zwei Farbbereichen angestrahlt. Die Fremdmaterialien werden gemäss ihren Farben in verschiedene Farbklassen klassiert. Bei Vorliegen einer genügend grossen Stichprobe mit klassierten Fremdmaterialien wird für die Farbklassen eine Häufigkeitsverteilung der Fremdmaterialien ermittelt und mit einer Referenz-Häufigkeitsverteilung verglichen. Bei einer Abweichung der ermittelten Häufigkeitsverteilung von der Referenz-Häufigkeitsverteilung wird mindestens eine aus einer Menge von mehreren Optimierungshandlungen vorgenommen, bspw. ein Warnsignal ausgegeben.

[0005] Nicht nur Fremdmaterialien sind aber ein Problem in der Spinnerei, sondern auch das textile Grundmaterial an sich. Es kommt immer wieder vor, dass sich dieses während der Produktion mit der Zeit unbeabsichtigt verändert. Solche Materialänderungen können verschiedene Gründe haben, z. B. eine fehlerhafte Zusammenstellung der Ballenvorlage oder eine Qualitätsänderung innerhalb eines Loses von Textilfaserballen. Im Gegensatz zum Auftreten eines Fremdmaterials erfolgen sie nicht sprunghaft, sondern kontinuierlich innerhalb eines längeren Zeitraums von mehreren Minuten oder Stunden. Die Materialänderungen schlagen sich in unerwünschten Qualitätsänderungen des hergestellten Garns und schliesslich auch der textilen Endprodukte nieder.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur automatischen optischen Charakterisierung eines Textilfasergebildes anzugeben.

[0007] Diese und andere Aufgaben werden durch das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Vorrichtung gelöst, wie sie in den unabhängigen Patentansprüchen definiert sind. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

[0008] Das erfindungsgemässe Verfahren dient zur automatischen optischen Charakterisierung eines Textilfasergebildes. Dabei wird eine Vielzahl von Farbinformationen über verschiedene Stellen des Textilfasergebildes von einem optischen Sensorsystem erfasst. Die erfassten Farbinformationen werden in einem Farbraum als Punktwolke eingetragen. Eine Häufigkeitsdichteverteilung der Punktwolke wird bestimmt. Die Häufigkeitsdichteverteilung wird numerisch spezifiziert.

[0009] Die Erfassung der Farbinformationen erfolgt vorzugsweise stichprobenartig.

[0010] Gemäss einer Ausführungsform wird aufgrund der Häufigkeitsdichteverteilung ein charakteristisches Gebiet in dem Farbraum definiert. Zur numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung wird das charakteristische Gebiet numerisch spezifiziert. Zu diesem Zweck kann z. B. eine Länge, ein Flächeninhalt bzw. ein Volumen des charakteristischen Gebiets, eine geometrische Form des charakteristischen Gebiets und/oder ein Verlauf einer Grenzlinie bzw. einer Grenzfläche, die das charakteristische Gebiet begrenzt, verwendet werden.

[0011] In einem ersten Anwendungsbeispiel wird aus einer Änderung der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung auf eine Änderung einer Materialzusammensetzung des Textilfasergebildes geschlossen, und ein elektrisches Signal wird ausgegeben. Das elektrische Signal löst vorzugsweise mindestens eine der folgenden Handlungen automatisch aus: Ausgabe einer Warnung an eine Bedienperson, Ausgabe einer Handlungsempfehlung an eine Bedienperson, Abstellen mindestens einer Verarbeitungsmaschine, Änderung einer Einstellung an mindestens einer Verarbeitungsma-

schine. Ein Grenzwert und/oder ein Toleranzbereich kann vorgegeben werden, dessen Überschreitung durch einen Parameter der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung eine Änderung der numerischen Spezifikation anzeigt.

[0012] In einem zweiten Anwendungsbeispiel werden aufgrund der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung Fremdmaterialien im Textilfasergebilde erkannt und aus dem Textilfasergebilde ausgeschieden. Dabei kann ein Element der Punktwolke als zu einem Fremdmaterial gehörig erkannt werden, wenn das betreffende Element ausserhalb des charakteristischen Gebiets liegt. Gemäss einer ersten Alternative wird die Ausscheidung der Fremdmaterialien ausgesetzt, bis ein statistisch repräsentatives charakteristisches Gebiet vorliegt und numerisch spezifiziert ist. Gemäss einer zweiten Alternative wird ein initiales charakteristisches Gebiet vorgegeben und laufend an eine Materialzusammensetzung des Textilfasergebildes angepasst.

[0013] Gemäss einer Ausführungsform werden die Farbinformationen, ein Schwellenwert und/oder ein Toleranzbereich mit einem Auflösegrad, der angibt, in welchem Masse das Textilfasergebilde in einzelne Faserflocken aufgelöst ist, korrigiert. Zu diesem Zweck wird z. B. mindestens ein Bild des Textilfasergebildes aufgenommen und aus dem mindestens einen Bild diejenige Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet ist, durch Bildverarbeitung bestimmt; ein Massenfluss des Textilfasergebildes pro Zeiteinheit wird bestimmt; der Auflösegrad wird als skalare Grösse durch Bildung eines Quotienten aus der Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet ist, einerseits und aus dem Massenfluss andererseits berechnet. Der Auflösegrad wird vorzugsweise gemäss der Formel

$$X = A_F / (A_T \cdot /m)$$

bestimmt, worin A_F diejenige Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet wird, A_T eine Gesamtfläche des Bildes und m einen Massenfluss des Textilfasergebildes pro Zeiteinheit bedeuten.

[0014] Die erfindungsgemässe Vorrichtung dient zur automatischen optischen Charakterisierung eines Textilfasergebildes. Sie beinhaltet ein optisches Sensorsystem zur Erfassung einer Vielzahl von Farbinformationen über verschiedene Stellen des Textilfasergebildes und eine mit dem optischen Sensorsystem verbundene Auswerteeinheit. Die Auswerteeinheit ist dazu eingerichtet, die erfassten Farbinformationen in einem Farbraum als Punktwolke einzutragen, eine Häufigkeitsdichteverteilung der Punktwolke zu bestimmen und die Häufigkeitsdichteverteilung numerisch zu spezifizieren.

[0015] Gemäss einer Ausführungsform ist die Auswerteeinheit dazu eingerichtet, aufgrund der Häufigkeitsdichteverteilung ein charakteristisches Gebiet in dem Farbraum zu definieren und zur numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung das charakteristische Gebiet numerisch zu spezifizieren.

[0016] In einem ersten Anwendungsbeispiel ist die Auswerteeinheit dazu eingerichtet, aus einer Änderung der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung auf eine Änderung einer Materialzusammensetzung des Textilfasergebildes zu schliessen und ein elektrisches Signal auszugeben. Das ausgegebene elektrische Signal löst vorzugsweise mindestens eine der folgenden Handlungen automatisch aus: Ausgabe einer Warnung an eine Bedienperson, Ausgabe einer Handlungsempfehlung an eine Bedienperson, Abstellen mindestens einer Verarbeitungsmaschine, Änderung einer Einstellung an mindestens einer Verarbeitungsmaschine.

[0017] In einem zweiten Anwendungsbeispiel beinhaltet die Vorrichtung zusätzlich eine mit der Auswerteeinheit verbundene Ausscheideeinheit. Die Auswerteeinheit ist dazu eingerichtet, aufgrund der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung Fremdmaterialien im Textilfasergebilde zu erkennen und bei Erkennung eines Fremdmaterials ein Auslösesignal zur Auslösung einer Ausscheidung an die Ausscheideeinheit zu übermitteln. Die Auswerteeinheit kann dazu eingerichtet sein, ein Element der Punktwolke als zu einem Fremdmaterial gehörig zu erkennen, wenn das betreffende Element ausserhalb des charakteristischen Gebiets liegt. Gemäss einer ersten Alternative ist die Auswerteeinheit dazu eingerichtet, die Übermittlung des Auslösesignals auszusetzen, bis ein statistisch repräsentatives charakteristisches Gebiet vorliegt und numerisch spezifiziert ist. Gemäss einer zweiten Alternative ist die Auswerteeinheit dazu eingerichtet, ein initiales charakteristisches Gebiet zu speichern und laufend an eine Materialzusammensetzung des Textilfasergebildes anzupassen.

[0018] Gemäss einer Ausführungsform ist die Auswerteeinheit dazu eingerichtet, zusätzlich einen Auflösegrad des Textilfasergebildes, der angibt, in welchem Masse das Textilfasergebilde in einzelne Faserflocken aufgelöst ist, zu bestimmen und die Farbinformationen, einen Schwellenwert und/oder einen Toleranzbereich mit dem Auflösegrad zu korrigieren. Zu diesem Zweck kann das optische Sensorsystem einen Bildsensor zur Aufnahme mindestens eines Bildes des Textilfasergebildes beinhalten; die Auswerteeinheit kann dazu eingerichtet sein, aus dem mindestens einen Bild diejenige Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet ist, durch Bildverarbeitung zu bestimmen, einen Massenfluss des Textilfasergebildes pro Zeiteinheit zu bestimmen und den Auflösegrad als skalare Grösse durch Bildung eines Quotienten aus der Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet ist, einerseits und aus dem Massenfluss andererseits zu berechnen. Die Auswerteeinheit ist vorzugsweise dazu eingerichtet, den Auflösegrad gemäss der Formel

$$X = A_F / (A_T \cdot m)$$

zu bestimmen, worin A_F diejenige Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet wird, A_T eine Gesamtfläche des Bildes und m einen Massenfluss des Textilfasergebildes pro Zeiteinheit bedeuten.

[0019] Die erfindungsgemässe automatische optische Charakterisierung des Textilfasergebildes bietet mehrere Vorteile. So kann z. B. aus einer Änderung der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung auf eine Änderung einer Materialzusammensetzung des Textilfasergebildes geschlossen werden. Für eine Spinnerei ist es wichtig, eine solche

Materialänderung frühzeitig festzustellen, denn sie kann auf eine fehlerhafte Zusammenstellung der Ballenvorlage hinweisen. Erfolgt die Feststellung in einer frühen Stufe des Spinnereiprozesses, z. B. an einem Faserreiniger in der Putzerei, so kann eine Herstellung von Garn aus dem falschen Textilfasermaterial durch eine entsprechende Korrektur noch rechtzeitig verhindert werden.

[0020] Ferner optimiert die Erfindung die Ausscheidung von Fremdmaterialien aus dem Textilfasergebilde. Aufgrund der erfindungsgemässen Charakterisierung kann eine auf das aktuell verarbeitete Textilfasergebilde angepasste Grenze zwischen dem Grundmaterial des Textilfasergebildes und auszuscheidenden Fremdmaterialien gezogen und für die Ausscheidung der Fremdmaterialien verwendet werden. So wird sichergestellt, dass einerseits die Fremdmaterialien zuverlässig ausgeschieden werden, andererseits aber möglichst wenig Gutmaterial aus dem Textilfasergebilde verschwendet wird.

[0021] In der vorliegenden Schrift beziehen sich Begriffe wie „Textilfasermaterial“ o. ä. immer auf das Grundmaterial, aus dem das Textilfasergebilde grossmehrheitlich besteht. Allfällig vorhanden Verunreinigungen durch einzelne Fremdmaterialien spielen für die vorliegende Erfindung keine unmittelbare Rolle und sind unberücksichtigt zu lassen, wenn hier von „Zusammensetzung des Textilfasermaterials“, „Änderungen des Textilfasermaterials“, „Materialänderungen“ o. ä. die Rede ist.

AUFZÄHLUNG DER ZEICHNUNGEN

[0022] Nachfolgend wird eine Ausführungsform der Erfindung anhand der schematischen Zeichnungen detailliert erläutert.

Figur 1 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung.

Figur 2(a) zeigt einen zweidimensionalen Farbraum mit einer Punktwolke und einem charakteristischen Gebiet.

Figur 2(b) zeigt eine eindimensionale Häufigkeitsdichteverteilung der Punktwolke von Figur 2(a).

Figur 3 zeigt jeweils einen zweidimensionalen Farbraum mit einem charakteristischen Gebiet, wobei sich die charakteristischen Gebiete der Figuren 3(a) und 3(b) voneinander unterscheiden.

Figur 4 zeigt zeitliche Verläufe von Werten, die ein charakteristisches Gebiet numerisch spezifizieren.

Figur 5 zeigt einen dreidimensionalen RGB-Farbraum mit einem charakteristischen Gebiet.

AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0023] **Figur 1** illustriert schematisch eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung 100 anhand des Beispiels eines Faserreinigers in einer Putzerei. Die Vorrichtung 100 dient zur automatischen optischen Charakterisierung eines Textilfasergebildes 9, das im vorliegenden Beispiel ein Faserflockenstrom, bspw. ein Baumwollflockenstrom, ist. Sie beinhaltet einen pneumatischen Fasertransportkanal 101 zum pneumatischen Transport des Faserflockenstroms 9 in einem Luftstrom. Die Transportrichtung des Faserflockenstroms 9 und des Luftstroms ist in Figur 1 durch Pfeile 91 angedeutet.

[0024] Vier Lichtquellen 103, z. B. Leuchtstoffröhren oder LED-Arrays, sind in der Nähe von Fenstern 102 in einer Wand des Fasertransportkanals 101 angeordnet. Die Lichtquellen 103 beleuchten aus verschiedenen Richtungen den Faserflockenstrom 9 im Fasertransportkanal 101.

[0025] Ein optisches Sensorsystem 105 ist am Fasertransportkanal 101 angeordnet. Es erfasst Farbinformationen über den Faserflockenstrom 9. In der Ausführungsform von Figur 1 beinhaltet das Sensorsystem 105 zwei Kameras 106, die Bilder des Faserflockenstroms 9 durch die Fenster 102 aus zwei verschiedenen Richtungen aufnehmen. Das von den Lichtquellen 103 ausgesendete Licht wird nach einer Wechselwirkung mit dem Faserflockenstrom 9 mittels entsprechend gekippter Spiegel 104 zu den Kameras 106 abgelenkt. Die Kameras 106 sind z. B. mit CMOS- oder CCD-Fotosensoren ausgestattet, deren Pixel mit Mosaik-Farbfiltren in der Anordnung einer Bayer-Matrix überzogen sind. Die Ausgangssignale solcher Fotosensoren können innerhalb oder ausserhalb der Kameras 106 mittels an sich bekannter Algorithmen so interpoliert werden, dass jedem Pixel oder Bildsegment eine Farbe in einem Farbmodell zugeordnet wird.

[0026] Die Kameras 106 sind mit einer Auswerteeinheit 107 zur automatischen Auswertung von Ausgangssignalen des optischen Sensorsystems 105 verbunden. Die Auswerteeinheit 107 ist dazu eingerichtet, die erfassten Farbinformationen in einem Farbraum als Punktwolke einzutragen, eine Häufigkeitsdichteverteilung der Punktwolke zu bestimmen und die Häufigkeitsdichteverteilung numerisch zu spezifizieren (siehe Figur 2 unten). Die Auswerteeinheit 107 ist vorzugsweise als Computer ausgebildet.

[0027] Die Auswerteeinheit 107 ist mit einer Ausgabeeinheit 108 zur Ausgabe eines Resultates der Charakterisierung verbunden. Die Ausgabeeinheit 108 kann z. B. ein Computerbildschirm oder ein Drucker sein. In einer Ausführungsform ist sie als Berührungsbildschirm ausgebildet und dient somit als Eingabe- und Ausgabeeinheit.

[0028] Eine Ausscheideeinheit 109 ist am Fasertransportkanal 101 stromabwärts vom Sensorsystem 105 (bezüglich der Transportrichtung 91) angeordnet. Die Ausscheideeinheit 109 dient zur selektiven Ausscheidung von Fremdmateria-

lien 90 aus dem Faserflockenstrom 9. Eine solche Ausscheideeinheit 109 ist an sich bekannt, z. B. aus der WO-2006/079426 A1. In einer bevorzugten Ausführungsform beinhaltet sie eine Mehrzahl von druckbeaufschlagten Luftdüsen, die einzeln oder gruppenweise durch die Auswerteeinheit 107 ansteuerbar sind. Wenn das Sensorsystem 105 ein unzulässiges Fremdmaterial 90 im Faserflockenstrom 9 detektiert, so wird die betreffende Luftdüse der Ausscheideeinheit 109 veranlasst, Druckluft senkrecht zur Transportrichtung 91 auszublasen, wenn das Fremdmaterial 90 auf der Höhe der Ausscheideeinheit 109 angekommen ist. Dadurch wird das Fremdmaterial 90 in einen Ausscheidekanal 110, der aus dem Fasertransportkanal 101 in einer Ausscheiderichtung 92, die im Wesentlichen senkrecht zur Transportrichtung 91 liegt, ausgeblasen. Die unverschmutzten Faserflocken setzen dagegen ihren Weg mit dem Faserflockenstrom 9 fort, um weiter verarbeitet zu werden.

[0029] Die Ausscheideeinheit 109 kann von der Auswerteeinheit 107 und/oder direkt vom Sensorsystem 105 angesteuert werden. Im letzteren Fall kann jeder Kamera 106 ein Mikroprozessor zugeordnet sein, und die Kameras 106 können direkt mit der Ausscheideeinheit 109 verbunden sein. Solche direkten Verbindungen sind in Figur 1 der Einfachheit halber nicht eingezeichnet. In einer weiteren Alternative wird die Ausscheideeinheit 109 durch einen Mikroprozessor angesteuert, welcher der Ausscheideeinheit 109 selbst zugeordnet ist.

[0030] In **Figur 2(a)** ist schematisch ein zweidimensionaler Farbraum 2 dargestellt. Dieser Farbraum 2 gibt Informationen über den Farbton und die Farbsättigung, nicht aber über die Helligkeit wieder. Es kann sich z. B. um eine horizontale Schnittebene durch den bekannten HSV-Farbraum handeln; in Polarkoordinaten entspricht der Winkel dem Farbton (H) und der Radius der Farbsättigung (S). Statt eines solchen wahrnehmungsorientierten Farbmodells wird jedoch für die vorliegende Erfindung ein technisch-physikalisches Farbmodell bevorzugt. Ein vorteilhafter Farbraum 2 ist z. B. der l1l2l3-Farbraum ohne die Helligkeitskomponente (l1).

[0031] Erfindungsgemäss wird eine Vielzahl von Farbinformationen über verschiedene Stellen des Textilfasergebildes 9 vom optischen Sensorsystem 105 erfasst, vorzugsweise stichprobenartig. Eine Stichprobe kann Farbinformationen aus mehreren Stellen eines einzigen Bildes und/oder Farbinformationen aus verschiedenen Bildern umfassen.

[0032] Vorzugsweise besteht sie aus einer Vielzahl von Farbinformationen aus jeweils mehreren Pixeln mehrerer digitaler Bilder. Dabei braucht es sich nicht notwendigerweise um unmittelbar nacheinander aufgenommene Bilder zu handeln; bspw. kann ein Bild pro Sekunde genügen, während die Bildfrequenz viel höher ist. Die Stichprobe sollte eine derart grosse Anzahl Elemente enthalten, dass sie für das Textilfasergebilde 9 statistisch repräsentativ ist. Bei Kenntnis der Erfindung ist der Fachmann in der Lage, den erforderlichen Mindestumfang der Stichprobe zu bestimmen. Die entsprechenden Grundlagen für eine theoretische Betrachtung sind z. B. im Buch „Statistische Methoden bei textilen Untersuchungen“ von Graf, Henning und Wilrich, 2. Aufl., Springer-Verlag, 1974, dargelegt.

[0033] Die erfassten Farbinformationen werden in einem Farbraum, z. B. im zweidimensionalen Farbraum 2 von Figur 2(a), als durch Punkte dargestellte Farbereignisse 3 in einer Punktwolke 31 eingetragen. Die Darstellung der Punktwolke 31 kann auf der Ausgabeeinheit 108 als Grafik an eine Bedienperson ausgegeben werden, was aber fakultativ ist; alternativ kann die Eintragung der Farbinformationen rein virtuell in einem Prozessor der Auswerteeinheit 107 erfolgen.

[0034] Anschliessend wird eine Häufigkeitsdichteverteilung der Punktwolke 31 bestimmt. Da es sich bei den Farbinformationen um diskrete Messwerte handelt, wird die so bestimmte Häufigkeitsdichteverteilung Stufen aufweisen. Sie kann, braucht aber nicht, durch eine stetige Funktion rechnerisch angenähert werden; entsprechende Rechenverfahren sind bekannt. Eine beispielhafte, als stetig angenäherte eindimensionale Häufigkeitsdichteverteilung 4 entlang einer Achse 21 des Farbraums 2 von Figur 2(a) ist in **Figur 2(b)** schematisch eingezeichnet, wobei die vertikale Achse 41 die Häufigkeitsdichte angibt. Die Häufigkeitsdichteverteilung 4 wird nicht nur in einer Dimension (wie der Einfachheit halber in Figur 2(b) dargestellt), sondern im ganzen zweidimensionalen Farbraum 2 von Figur 2(a) bestimmt. Für annähernd weisse Baumwolle ist die Häufigkeitsdichte in einer Umgebung eines im Koordinatenursprung des Farbraums 2 liegenden Graupunktes 24 (siehe Figur 3) am grössten, doch braucht das Maximum nicht auf dem Graupunkt 24 zu liegen, denn jede Baumwolle hat ihre charakteristische Färbung. Mit der automatischen Charakterisierung dieser Färbung befasst sich die vorliegende Erfindung.

[0035] Erfindungsgemäss wird die Häufigkeitsdichteverteilung 4 numerisch spezifiziert. Der Fachmann weiss dank seiner Grundausbildung in Mathematik, wie eine Kurve bzw. eine Fläche numerisch spezifiziert werden kann: z. B. durch ihre Extremwerte, Sattelpunkte, Gradienten an bestimmten Stellen in bestimmte Richtungen, Annäherung durch eine geeignete Fitfunktion etc. Nachfolgend wird ohne Einschränkung der Allgemeinheit eine bestimmte Art der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung 4 beispielhaft diskutiert, die sich für Textilfasergebilde 9 besonders gut eignet.

[0036] Aufgrund der Häufigkeitsdichteverteilung 4 wird ein charakteristisches Gebiet 5 in dem Farbraum 2 definiert. Das charakteristische Gebiet 5 braucht nicht zusammenhängend zu sein. Im einfachsten Fall wird das charakteristische Gebiet 5 durch eine Grenzlinie 57 mit konstanter Häufigkeitsdichte 42 begrenzt. Die entsprechende Häufigkeitsdichte 42 wird so gewählt, dass ein grosser Teil, bspw. 95 % oder 99 %, der Punktwolke 31 innerhalb des charakteristischen Gebiets 5 liegt. Die Farbereignisse 3' ausserhalb des charakteristischen Gebiets 5 sind dann Ausreisser, die nicht als charakteristisch für das Textilfasergebilde 9 betrachtet werden und deshalb unberücksichtigt bleiben. Solche Ausreisser 3' können z. B. durch Fehlmessungen zustande kommen oder stellen Fremdmaterialien 90 dar, die sich unerwünschterweise im Textilfasergebilde 9 befinden.

[0037] Die Grenzlinie 57 braucht nicht notwendigerweise durch eine durch eine konstante Häufigkeitsdichte 42 definiert zu sein. Sie kann z. B. festgelegt werden, indem zu einer Linie mit konstanter Häufigkeitsdichte 42 ein konstanter Sicherheitsabstand eingehalten wird, so dass sie im Farbraum 2 weiter aussen liegt. Alternativ kann sie z. B. durch Streckung der zu einer Linie mit konstanter Häufigkeitsdichte 42 gehörenden Radien mit einem konstanten Streckfaktor hervorgehen. Alle derartigen Möglichkeiten zur Definition des charakteristischen Gebiets 5 müssen jedoch die Häufigkeitsdichteverteilung 4 als Grundlage verwenden.

[0038] Das charakteristische Gebiet 5 wird seinerseits numerisch spezifiziert, was in **Figur 3(a)** beispielhaft illustriert ist. Die numerische Spezifikation kann z. B. die folgenden Eigenschaften des charakteristischen Gebiets 5 berücksichtigen:

- eine Länge, einen Flächeninhalt bzw. ein Volumen des charakteristischen Gebiets 5, je nachdem, ob das Gebiet 5 ein-, zwei- oder dreidimensional ist,
- eine geometrische Form des charakteristischen Gebiets 5, in zwei Dimensionen z. B. eine Lage eines Flächenschwerpunktes 58 oder eines Konturschwerpunktes des Gebiets, und/oder
- einen Verlauf einer Grenzlinie 57 bzw. einer Grenzfläche, die das charakteristische Gebiet 5 begrenzt. Dabei kann die numerische Spezifikation anhand von Stützpunkten erfolgen. In **Figur 3(a)** sind z. B. sechs Stützpunkte 51-56 eingezeichnet, die paarweise auf Achsen 21-23 liegen, die sich im Koordinatenursprung (Graupunkt 24) schneiden und einen Winkelabstand von 60° zueinander haben. In diesem Beispiel ist jeder Stützpunkt 51-56 durch seine radiale Entfernung vom Koordinatenursprung eindeutig bestimmt. Zur numerischen Spezifizierung können die zu den Stützpunkten 51-56 gehörigen Entfernungswerte einzeln angegeben oder zu einem einzigen Wert miteinander mathematisch verknüpft werden.

[0039] Nachfolgend werden zwei bevorzugte Anwendungsbeispiele für das erfindungsgemässe Verfahren beschrieben.

[0040] Ein erstes Anwendungsbeispiel hat zum Ziel, eine zeitliche Veränderung des Textilfasermaterials bzw. seiner Zusammensetzung festzustellen und eine entsprechende Handlung automatisch auszulösen, bspw. ein Warnsignal auszugeben. Dank des Warnsignals kann z. B. eine fehlerhafte Zusammenstellung der Ballenvorlage festgestellt werden.

[0041] **Figur 4** illustriert eine Ausführungsform des ersten Anwendungsbeispiels. Darin sind Werte der Radialkomponenten der sechs Stützpunkte 51-56 von **Figur 3** entlang einer vertikalen Achse 69 gegenüber der Zeit t entlang einer horizontalen Zeitachse 68 als Kurven 61-66 aufgetragen. Jede Kurve 61-66 stellt den Zeitverlauf einer auf der entsprechenden Achse 21-23 (**Figur 3**) liegenden Farbkomponente dar, z. B. Grün 61, Cyan 62, Blau 63, Rot 64, Magenta 65 und Gelb 66. Im Normalfall genügt es, die Werte periodisch in grösseren Zeitabständen zu erfassen, z. B. alle 15 Minuten, so dass das Diagramm von **Figur 4** einen Zeitraum von mehreren Stunden abdeckt.

[0042] Im Beispiel von **Figur 4** verändern sich die Werte in den ersten Stunden nur unwesentlich und liegen somit innerhalb eines Toleranzbereichs. Zu einem bestimmten Zeitpunkt t_1 beginnen sie sich jedoch merklich zu ändern. Dies kann ein Hinweis auf eine fehlerhafte Zusammenstellung der Ballenvorlage sein. Die Materialänderung kann anhand eines einzigen Wertes in **Figur 4** und/oder anhand einer Verknüpfung der Werte festgestellt werden. Zu diesem Zweck können z. B. Toleranzbereiche vorgegeben werden, bei deren Überschreitung ein elektrisches Signal ausgegeben wird. Dabei können die aktuellen Werte oder laufende Mittelwerte aus mehreren nacheinander erfassten Werten berücksichtigt werden. In **Figur 4** ist für die Gelb-Kurve 66 ein Toleranzbereich 67 in Form eines die Kurve 66 anfangs umgebenden Bandes angedeutet. Der Toleranzbereich 67 wird vorzugsweise einem laufender Mittelwert der Kurve 66 nachgeführt, um eine Drift, die nicht durch eine Materialänderung verursacht wird, auszugleichen. Um den Zeitpunkt t_1 herum verlässt die Kurve 66 den Toleranzbereich 67, was die Ausgabe des elektrischen Signals zur Folge hat.

[0043] Das ausgegebene elektrische Signal kann z. B. mindestens eine der folgenden Handlungen automatisch auslösen: Ausgabe einer Warnung an eine Bedienperson, Ausgabe einer Handlungsempfehlung an eine Bedienperson, Abstellen mindestens einer Verarbeitungsmaschine, Änderung einer Einstellung an mindestens einer Verarbeitungsmaschine.

[0044] **Figur 3** veranschaulicht, wie sich bei einem Zeitverlauf gemäss **Figur 4** das charakteristische Gebiet 5 verändern kann. In **Figur 3(a)** ist beispielhaft ein charakteristisches Gebiet 5 zu einem Anfangszeitpunkt t_0 , in **Figur 3(b)** ein verändertes charakteristisches Gebiet 5' zu einem späteren Zeitpunkt $t_2 > t_1 > t_0$ dargestellt. Die Form des charakteristischen Gebiets 5 hat sich im Zeitintervall $[t_0, t_2]$ sichtlich verändert, was durch die oben beschriebene numerische Spezifikation quantitativ erfasst wird. Das charakteristische Gebiet 5' zum späteren Zeitpunkt t_2 hat andere Stützpunkte 51'-56' (vgl. auch **Figur 4**), eine andere Grenzlinie 57', einen anderen Flächenschwerpunkt 58', einen anderen Flächeninhalt etc. als das charakteristische Gebiet 5 zum Anfangszeitpunkt t_0 .

[0045] Ein zweites Anwendungsbeispiel befasst sich mit der Ausscheidung von Fremdmaterialien 90 aus dem Textilfasergebilde 9 (vgl. **Figur 1**). Das charakteristische Gebiet 5 mit seinen Farbereignissen 3 ist charakteristisch für das Textilfasergebilde 9, während alle Farbereignisse 3' ausserhalb des Gebiets 5 als Fremdmaterialien 90 betrachtet werden, die ausgeschieden werden sollen. Um Fehlausscheidungen zu vermeiden, soll das charakteristische Gebiet 5 an das jeweils verarbeitete Textilfasergebilde 9 angepasst werden.

[0046] Gemäss einer ersten Alternative kann während einer Lernphase zu Beginn der Verarbeitung eines neuen Loses von Textilfasermaterial die Fremdmaterialausscheidung ausgesetzt werden. Die Farbinformationen über das Textilfasergebilde 9 werden so lange erfasst, bis ein statistisch repräsentatives charakteristisches Gebiet 5 vorliegt und numerisch spezifiziert ist. Sobald dies der Fall ist, wird die Fremdmaterialausscheidung aktiviert. Sie bewirkt, dass alle Farbereignisse 3' ausserhalb des charakteristischen Gebiets 5 aus dem Textilfasergebilde 9 als Fremdmaterialien 90 ausgeschieden werden. Diese erste Alternative hat den Nachteil, dass während der Lernphase das Textilfasergebilde 9 ungereinigt in die nachfolgenden Prozessschritte gelangt. Die Lernphase ist aber verglichen mit der gesamten Verarbeitungszeit des Loses so kurz, dass die der Erfindung zu verdankende verbesserte Fremdmaterialausscheidung den Nachteil bei Weitem überwiegt.

[0047] Gemäss einer zweiten Alternative werden von Anfang an Fremdmaterialien 90 ausgeschieden. Um dies zu ermöglichen, wird vor Beginn der Verarbeitung ein initiales charakteristisches Gebiet 5 vorgegeben. Dieses kann z. B. ein für ein früher verarbeitetes Textilfasermaterial ermitteltes charakteristisches Gebiet sein, durch eine einfache Farbmessung am zu verarbeitenden Textilfasermaterial ermittelt oder aufgrund von theoretischen Überlegungen entworfen werden. Während der Verarbeitung kann dann das initiale charakteristische Gebiet 5 laufend immer besser an das aktuelle Textilfasermaterial angepasst werden.

[0048] In beiden Alternativen kann die zu erwartende oder aktuelle Ausscheiderate, d. h. die Anzahl Ausscheidungen pro Zeiteinheit oder pro Masseneinheit des Textilfasergebildes 9, auf der Ausgabeeinheit 108 (Figur 1) an eine Bedienperson ausgegeben werden. Der Bedienperson kann die Möglichkeit gegeben werden, über die Eingabeeinheit 108 die ausgegebene Ausscheiderate zu bestätigen oder zu ändern. Eine Änderung der Ausscheiderate kann in einer Senkung oder in einer Erhöhung derselben bestehen. Im ersteren Fall wird das charakteristische Gebiet 5 (Figur 2(a)) vergrössert, im letzteren Fall verkleinert. Dank der bereits vorliegenden numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung 4 (Figur 2(b)) kann eine solche gezielte Änderung schnell und einfach von der Auswerteeinheit 107 automatisch durchgeführt werden.

[0049] Figur 5 verdeutlicht, dass im erfindungsgemässen Verfahren nicht nur zweidimensionale, sondern z. B. auch dreidimensionale Farbräume verwendet werden können. Sie zeigt den bekannten dreidimensionalen RGB-Farbraum 2' mit einem Schwarzpunkt 24', einem Weisspunkt 25', einem Rotpunkt 27', einem Grünpunkt 28' und einem Blaupunkt 29'. In dem RGB-Farbraum 2' ist ein charakteristisches Gebiet 5' gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren schematisch eingezeichnet. Das in diesem Fall dreidimensionale charakteristische Gebiet 5' basiert auf einer Häufigkeitsdichteverteilung einer dreidimensionalen Punktwolke, die jedoch in Figur 5 der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet ist. Für annähernd weisse Baumwolle ist die Häufigkeitsdichte in einer Umgebung einer Grauwertachse 26' (Raumdiagonale, die den Schwarzpunkt 24' mit dem Weisspunkt 25' verbindet) am grössten.

[0050] Während die zweidimensionale Farbinformation gemäss den Figuren 2(a) und 3 von der Helligkeit zumindest im Idealfall nicht beeinflusst wird, enthält die dreidimensionale Farbinformation gemäss Figur 5 die Helligkeit sehr wohl. Nun wird aber in einer Vorrichtung 100 gemäss Figur 1 die gemessene Helligkeit durch die Auflösung des Textilfasergebildes 9 in einzelne Faserflocken beeinflusst: Je besser das Textilfasergebilde 9 in einzelne Faserflocken aufgelöst ist, umso grösser ist die Helligkeit, und umgekehrt. Deshalb kann es vorteilhaft sein, insbesondere im Farbraum 2' von Figur 5 die Farbinformationen mit einem Auflösese grad, der angibt, in welchem Masse das Textilfasergebilde 9 in einzelne Faserflocken aufgelöst ist, zu korrigieren.

[0051] Der Auflösese grad und seine Bestimmung werden in der WO-2017/ 117688 A1 ausführlich diskutiert. Vorzugsweise wird der Auflösese grad als skalare Grösse durch Bildung eines Quotienten aus der Bildfläche A_F eines von der Kamera 106 aufgenommenen Bildes, auf die Fasermaterial abgebildet wird, einerseits und aus dem Massenfluss m des Faserflockenstroms 9 andererseits berechnet. Eine beispielhafte Definition des Auflösese grades X lautet:

$$X = A_F / (A_T \cdot m),$$

worin A_F diejenige Bildfläche, A_T eine Gesamtfläche des Bildes und m einen Massenfluss des Faserflockenstroms 9 pro Zeiteinheit bedeuten. Kleinere Werte von X geben in diesem Beispiel eine niedrigere, schlechtere Auflösung des Faserflockenstroms 9, grössere Werte eine höhere, bessere Auflösung an.

[0052] Die Korrektur der Farbinformation mit dem Auflösese grad X kann mit Hilfe einer theoretischen Formel oder von empirisch bestimmten Korrekturwerten, die z. B. in einer Tabelle gespeichert sein können, erfolgen. Statt oder zusätzlich zu den Farbinformationen kann ein Schwellenwert und/oder ein Toleranzbereich mit dem Auflösese grad X korrigiert werden. Die Korrektur mit dem Auflösese grad X kann unter Umständen nicht nur in dreidimensionalen Farbräumen 2', sondern auch in zweidimensionalen Farbräumen 2 sinnvoll sein.

[0053] Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf die oben diskutierten Ausführungsformen beschränkt. Bei Kenntnis der Erfindung wird der Fachmann weitere Varianten herleiten können, die auch zum Gegenstand der vorliegenden Erfindung gehören.

[0054] In der obigen Beschreibung wird die Erfindung anhand von Beispielen mit zweidimensionalen Farbräumen 2 (Figuren 2(a) und 3) und dreidimensionalen Farbräumen 2' (Figur 5) diskutiert. Der Fachmann ist in der Lage, die vorliegende Erfindung auch an einen eindimensionalen Farbraum anzupassen.

[0055] Ebenso ist der Fachmann in der Lage, die Erfindung von den hier diskutierten Farbräumen 2, 2' im sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums auf Farbräume zu verallgemeinern, welche die benachbarten Spektralbereiche Ultraviolett und Infrarot oder Teile davon umfassen.

[0056] In der obigen Beschreibung wird die Erfindung anhand des Beispiels eines Faserreinigers in einer Putzerei diskutiert, wobei das Textilfasergebilde 9 in Form eines Faserflockenstroms pneumatisch durch die Vorrichtung 100 (Figur 1) transportiert wird. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Anwendung beschränkt. Sie kann ebenso z. B. in der Spinnereivorbereitung, wo das Textilfasergebilde in Form eines Faserbandes vorliegt, oder in der Spinnerei/Spulerei, wo das Textilfasergebilde in Form von Garn vorliegt, eingesetzt werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0057]

- | | |
|----------------|---|
| 100 | erfindungsgemässe Vorrichtung |
| 101 | Fasertransportkanal |
| 102 | Fenster in Wand des Fasertransportkanals |
| 103 | Lichtquellen |
| 104 | Spiegel |
| 105 | Sensorsystem |
| 106 | Kameras |
| 107 | Auswerteeinheit |
| 108 | Ausgabe- und Eingabeeinheit |
| 109 | Ausscheideeinheit |
| 110 | Ausscheidekanal |
| | |
| 2, 2' | Farbraum |
| 21-23 | Achsen des Farbraums |
| 24 | Graupunkt |
| 24' | Schwarzpunkt |
| 25' | Weisspunkt |
| 26' | Grauwertachse |
| 27' | Rotpunkt |
| 28' | Grünpunkt |
| 29' | Blaupunkt |
| | |
| 3 | Farbereignisse |
| 3' | Ausreisser |
| 31 | Punktewolke |
| | |
| 4 | Häufigkeitsdichteverteilung |
| 41 | Häufigkeitsdichtenachse |
| | |
| 5, 5' | charakteristisches Gebiet |
| 51-56, 51'-56' | Stützpunkte |
| 57, 57' | Grenzlinie |
| 58, 58' | Flächenschwerpunkt |
| | |
| 61-66 | Kurven, die Zeitverläufe von Farbkomponenten darstellen |
| 67 | Toleranzbereich |
| 68 | Zeitachse |
| 69 | vertikale Diagrammachse |
| | |
| 9 | Faserflockenstrom |
| 90 | Fremdmaterial |
| 91 | Transportrichtung des Faserflockenstroms |
| 92 | Ausscheiderichtung |

Patentansprüche

- Verfahren zur automatischen optischen Charakterisierung eines Textilfasergebildes (9), wobei eine Vielzahl von Farbinformationen über verschiedene Stellen des Textilfasergebildes (9) von einem optischen Sensorsystem (105) erfasst wird, die erfassten Farbinformationen in einem Farbraum (2, 2') als Punktewolke (31) eingetragen werden, eine Häufigkeitsdichteverteilung (4) der Punktewolke (31) bestimmt wird und

die Häufigkeitsdichteverteilung (4) numerisch spezifiziert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei aufgrund der Häufigkeitsdichteverteilung (4) ein charakteristisches Gebiet (5, 5') in dem Farbraum (2, 2') definiert wird und zur numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung (4) das charakteristische Gebiet (5, 5') numerisch spezifiziert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei zur numerischen Spezifikation des charakteristischen Gebiets (5, 5') eine Länge, ein Flächeninhalt bzw. ein Volumen des charakteristischen Gebiets (5, 5'), eine geometrische Form des charakteristischen Gebiets (5, 5') und/oder ein Verlauf einer Grenzlinie (57) bzw. einer Grenzfläche, die das charakteristische Gebiet (5, 5') begrenzt, verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei aus einer Änderung der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung (4) auf eine Änderung einer Materialzusammensetzung des Textilfasergebildes (9) geschlossen und ein elektrisches Signal ausgegeben wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das elektrische Signal mindestens eine der folgenden Handlungen automatisch auslöst: Ausgabe einer Warnung an eine Bedienperson, Ausgabe einer Handlungsempfehlung an eine Bedienperson, Abstellen mindestens einer Verarbeitungsmaschine, Änderung einer Einstellung an mindestens einer Verarbeitungsmaschine.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, wobei ein Grenzwert und/oder ein Toleranzbereich (67) vorgegeben wird, dessen Überschreitung durch einen Parameter der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung (4) eine Änderung der numerischen Spezifikation anzeigt.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei aufgrund der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung (4) Fremdmaterialien (90) im Textilfasergebilde (9) erkannt und aus dem Textilfasergebilde (9) ausgeschieden werden.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 2 oder 3 einerseits und 7 andererseits, wobei ein Element der Punktwolke (31) als zu einem Fremdmaterial (90) gehörig erkannt wird, wenn das betreffende Element ausserhalb des charakteristischen Gebiets (5, 5') liegt.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Ausscheidung der Fremdmaterialien (90) ausgesetzt wird, bis ein statistisch repräsentatives charakteristisches Gebiet (5, 5') vorliegt und numerisch spezifiziert ist.
10. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei ein initiales charakteristisches Gebiet (5, 5') vorgegeben und laufend an eine Materialzusammensetzung des Textilfasergebildes (9) angepasst wird.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Farbinformationen, ein Schwellenwert und/oder ein Toleranzbereich mit einem Auflösegrad, der angibt, in welchem Masse das Textilfasergebilde (9) in einzelne Faserflocken aufgelöst ist, korrigiert werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei mindestens ein Bild des Textilfasergebildes (9) aufgenommen und aus dem mindestens einen Bild diejenige Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet ist, durch Bildverarbeitung bestimmt wird, ein Massenfluss des Textilfasergebildes (9) pro Zeiteinheit bestimmt wird und der Auflösegrad als skalare Grösse durch Bildung eines Quotienten aus der Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet ist, einerseits und aus dem Massenfluss andererseits berechnet wird.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, wobei der Auflösegrad gemäss der Formel

$$X = A_F / (A_T \cdot m)$$
 bestimmt wird, worin A_F diejenige Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet wird, A_T eine Gesamtfläche des Bildes und m einen Massenfluss des Textilfasergebildes (9) pro Zeiteinheit bedeuten.
14. Vorrichtung (100) zur automatischen optischen Charakterisierung eines Textilfasergebildes (9), mit einem optischen Sensorsystem (105) zur Erfassung einer Vielzahl von Farbinformationen über verschiedene Stellen des Textilfasergebildes (9) und einer mit dem optischen Sensorsystem (105) verbundenen Auswerteeinheit (107), die dazu eingerichtet ist, die erfassten Farbinformationen in einem Farbraum (2, 2') als Punktwolke (31) einzutragen, eine Häufigkeitsdichteverteilung (4) der Punktwolke (31) zu bestimmen und die Häufigkeitsdichteverteilung (4) numerisch zu spezifizieren.
15. Vorrichtung (100) nach Anspruch 14, wobei die Auswerteeinheit (107) dazu eingerichtet ist, aufgrund der Häufigkeitsdichteverteilung (4) ein charakteristisches Gebiet (5, 5') in dem Farbraum (2, 2') zu definieren und zur numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung (4) das charakteristische Gebiet (5, 5') numerisch zu spezifizieren.
16. Vorrichtung (100) nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Auswerteeinheit (107) dazu eingerichtet ist, aus einer Änderung der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung (4) auf eine Änderung einer Materialzusammensetzung des Textilfasergebildes (9) zu schliessen und ein elektrisches Signal auszugeben.
17. Vorrichtung (100) nach Anspruch 16, wobei das ausgegebene elektrische Signal mindestens eine der folgenden Handlungen automatisch auslöst: Ausgabe einer Warnung an eine Bedienperson, Ausgabe einer Handlungsempfehlung

lung an eine Bedienperson, Abstellen mindestens einer Verarbeitungsmaschine, Änderung einer Einstellung an mindestens einer Verarbeitungsmaschine.

18. Vorrichtung (100) nach Anspruch 14 oder 15, wobei die Vorrichtung (100) zusätzlich eine mit der Auswerteeinheit (107) verbundene Ausscheideeinheit (109) beinhaltet und die Auswerteeinheit (107) dazu eingerichtet ist, aufgrund der numerischen Spezifikation der Häufigkeitsdichteverteilung (4) Fremdmaterialien (90) im Textilfasergebilde (9) zu erkennen und bei Erkennung eines Fremdmaterials (90) ein Auslösesignal zur Auslösung einer Ausscheidung an die Ausscheideeinheit (109) zu übermitteln.
19. Vorrichtung (100) nach den Ansprüchen 15 und 18, wobei die Auswerteeinheit (107) dazu eingerichtet ist, ein Element der Punktwolke (31) als zu einem Fremdmaterial (90) gehörig zu erkennen, wenn das betreffende Element ausserhalb des charakteristischen Gebiets (5, 5') liegt.
20. Vorrichtung (100) nach Anspruch 18 oder 19, wobei die Auswerteeinheit (107) dazu eingerichtet ist, die Übermittlung des Auslösesignals auszusetzen, bis ein statistisch repräsentatives charakteristisches Gebiet (5, 5') vorliegt und numerisch spezifiziert ist.
21. Vorrichtung (100) nach Anspruch 18 oder 19, wobei die Auswerteeinheit (107) dazu eingerichtet ist, ein initiales charakteristisches Gebiet (5, 5') zu speichern und laufend an eine Materialzusammensetzung des Textilfasergebildes (9) anzupassen.
22. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 14-21, wobei die Auswerteeinheit (107) dazu eingerichtet ist, zusätzlich einen Auflösegrad des Textilfasergebildes (9), der angibt, in welchem Masse das Textilfasergebilde (9) in einzelne Faserflocken aufgelöst ist, zu bestimmen und die Farbinformationen, einen Schwellenwert und/oder einen Toleranzbereich mit dem Auflösegrad zu korrigieren.
23. Vorrichtung (100) nach Anspruch 22, wobei das optische Sensorsystem (105) einen Bildsensor (106) zur Aufnahme mindestens eines Bilds des Textilfasergebildes (9) beinhaltet und die Auswerteeinheit (107) dazu eingerichtet ist, aus dem mindestens einen Bild diejenige Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet ist, durch Bildverarbeitung zu bestimmen, einen Massenfluss des Textilfasergebildes (9) pro Zeiteinheit zu bestimmen und den Auflösegrad als skalare Grösse durch Bildung eines Quotienten aus der Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet ist, einerseits und aus dem Massenfluss andererseits zu berechnen.
24. Vorrichtung (100) nach Anspruch 23, wobei die Auswerteeinheit (107) dazu eingerichtet ist, den Auflösegrad gemäss der Formel

$$X = A_F / (A_T \cdot m)$$
zu bestimmen, worin A_F diejenige Bildfläche, auf die Fasermaterial abgebildet wird, A_T eine Gesamtfläche des Bildes und m einen Massenfluss des Textilfasergebildes (9) pro Zeiteinheit bedeuten.

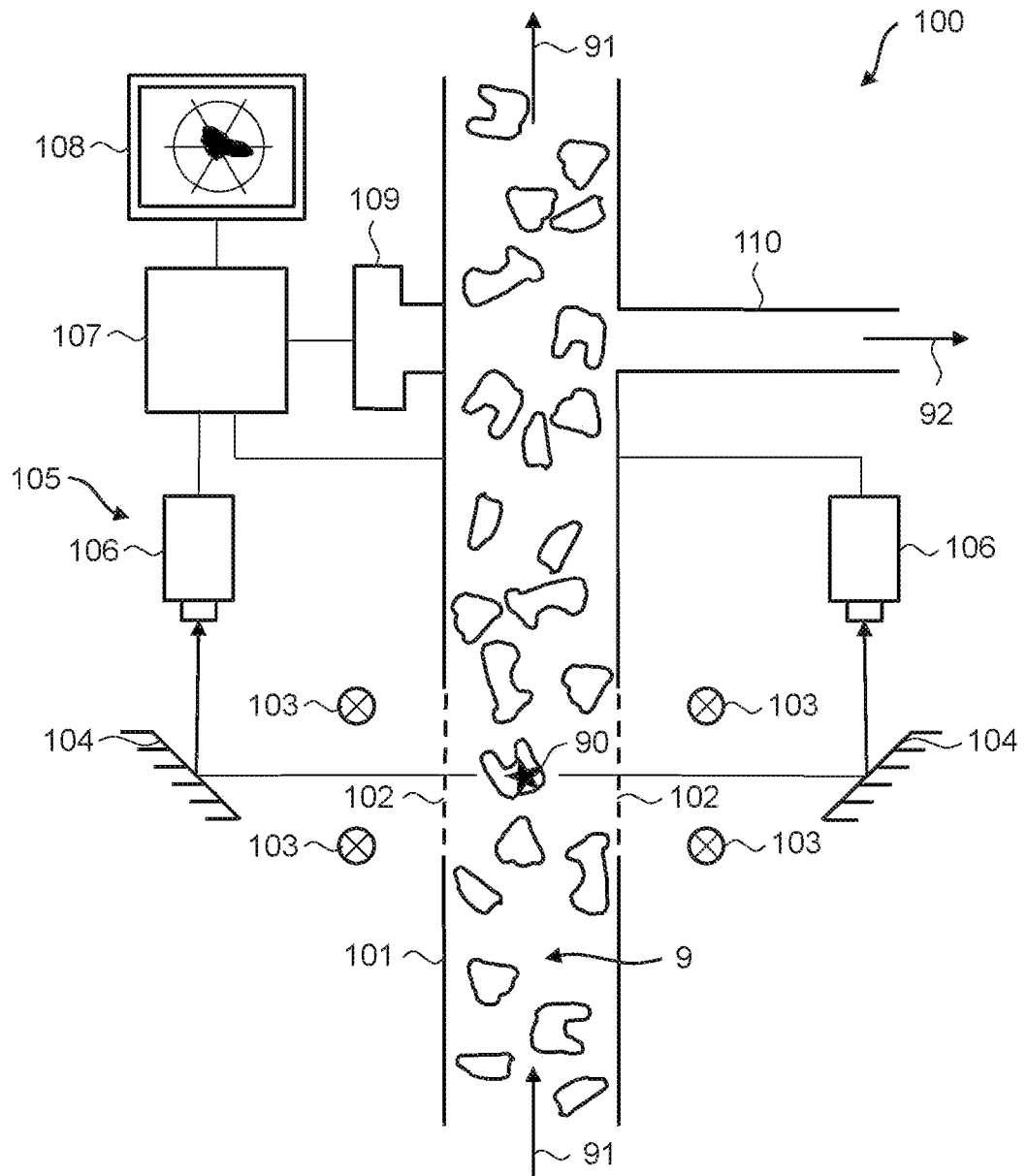
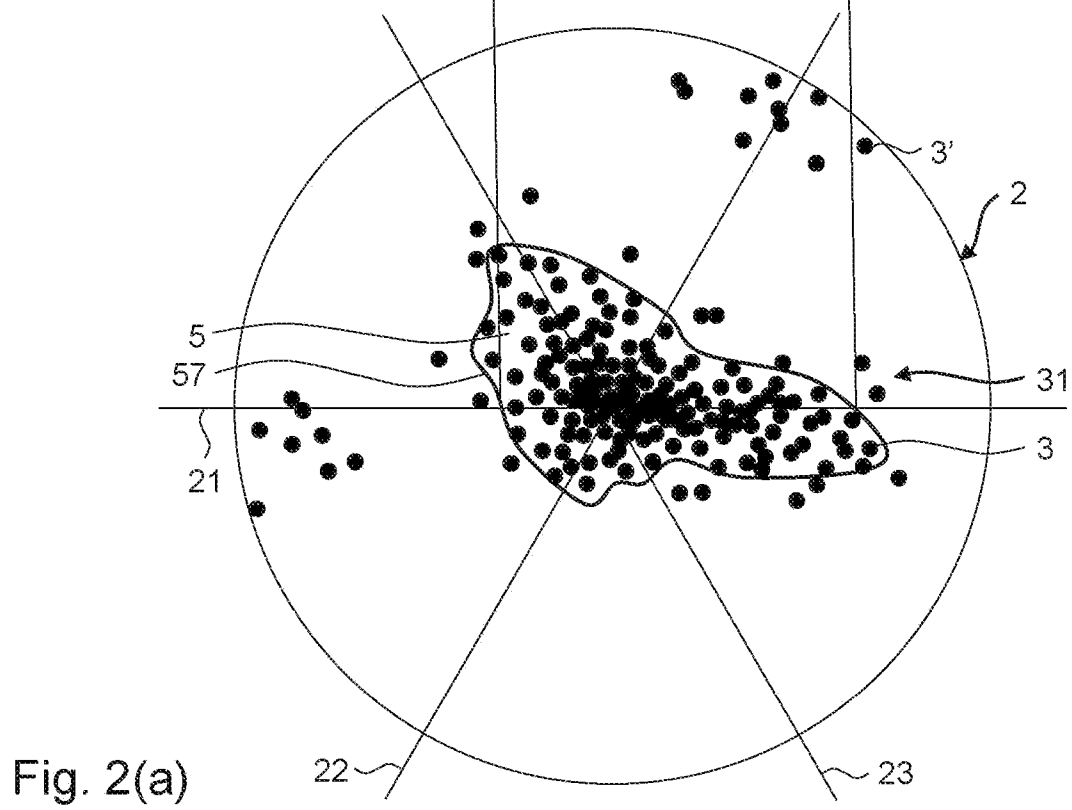
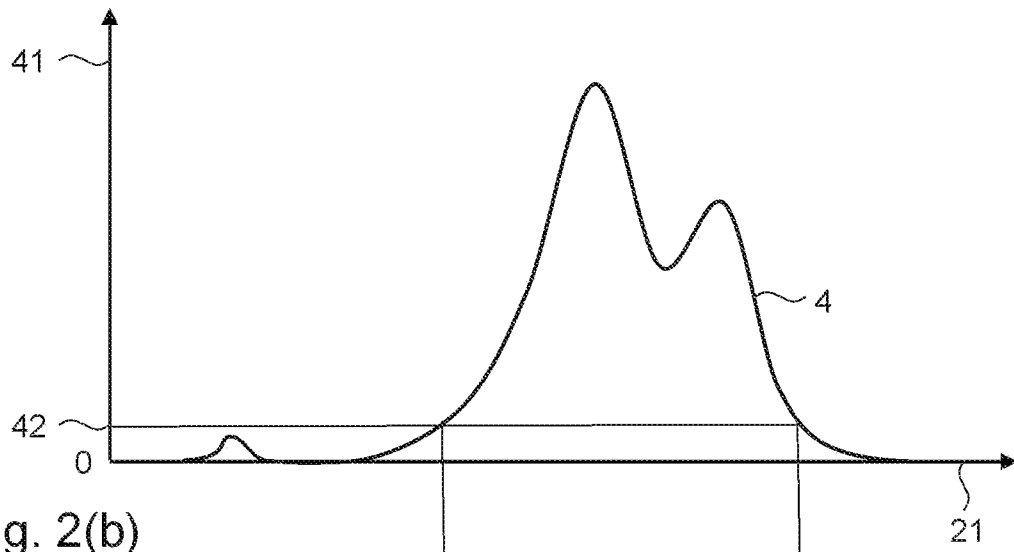


Fig. 1



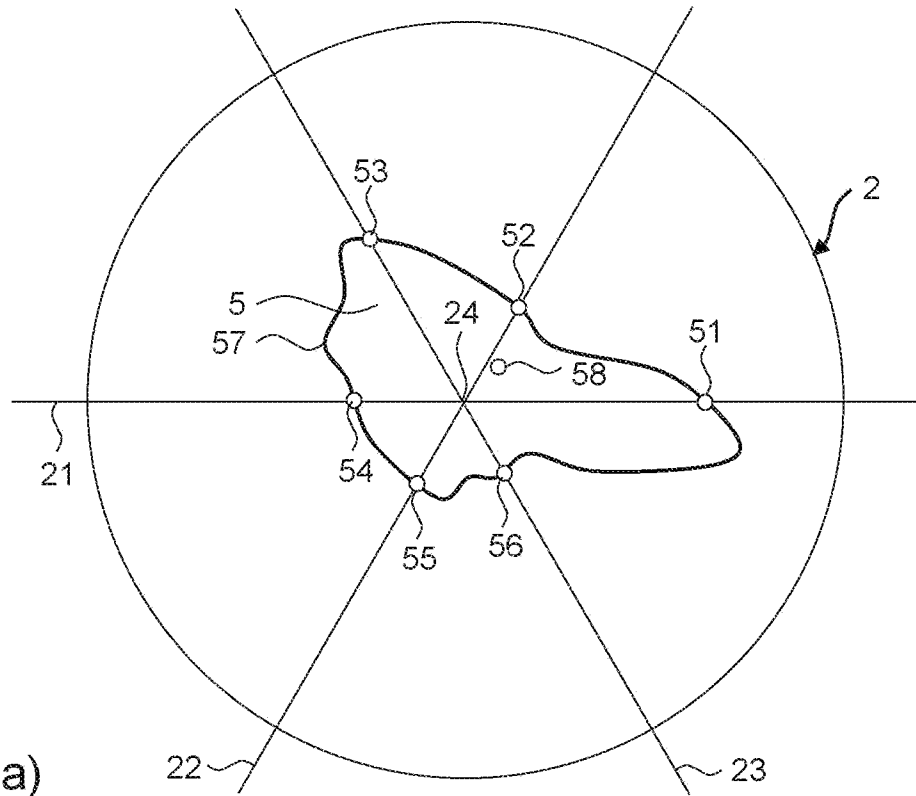


Fig. 3(a)

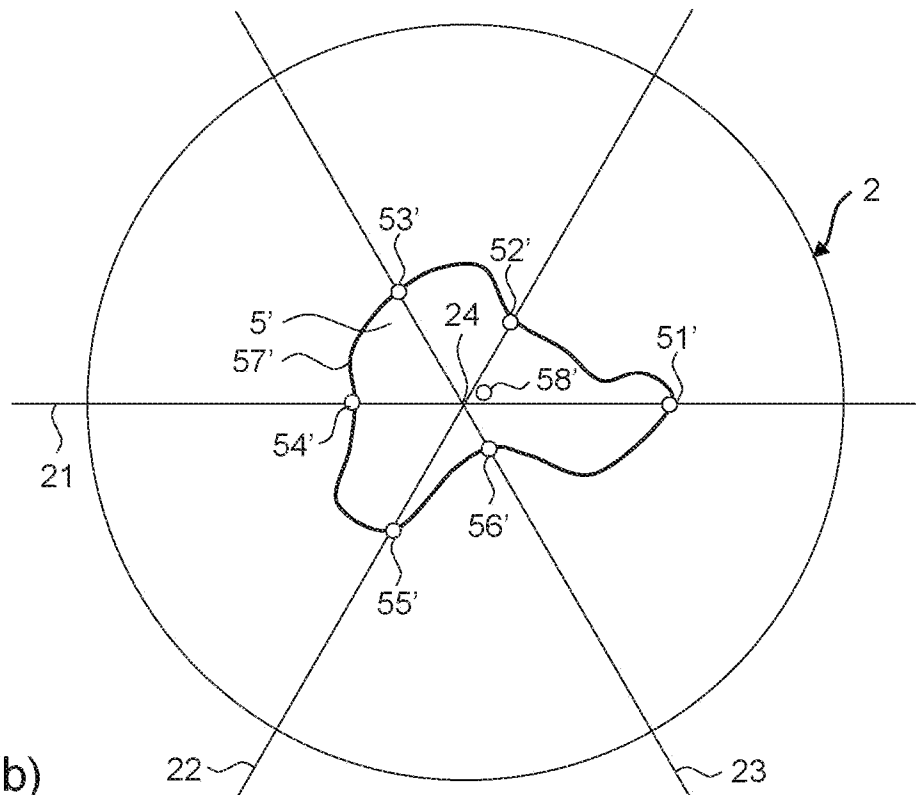


Fig. 3(b)

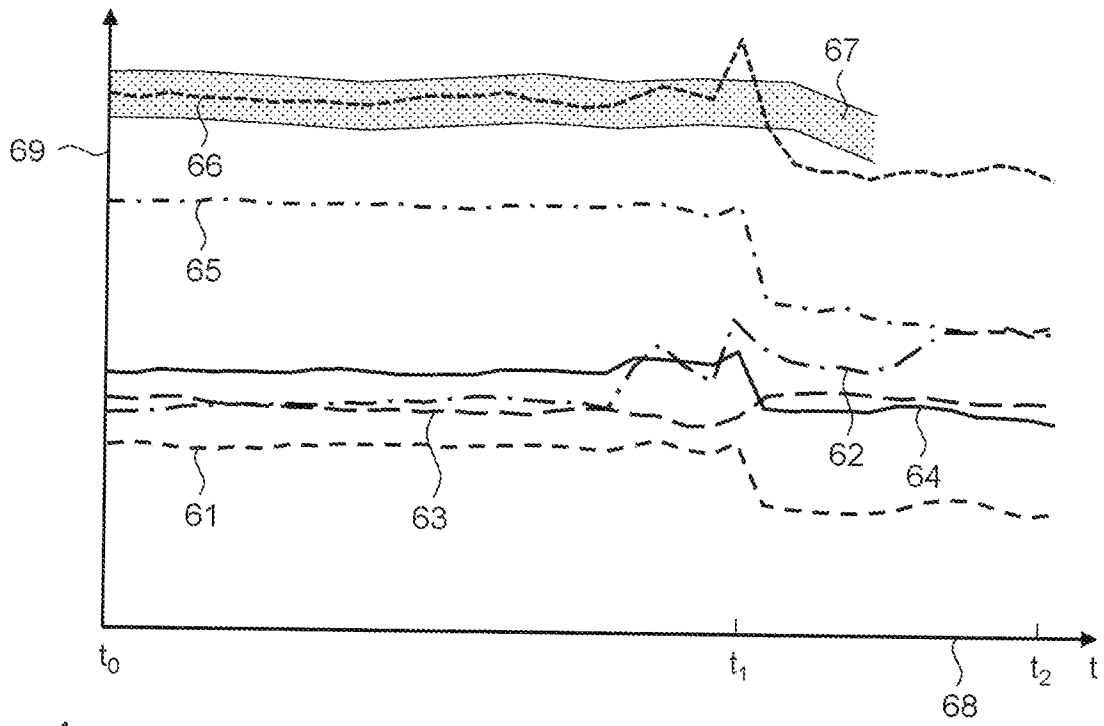


Fig. 4

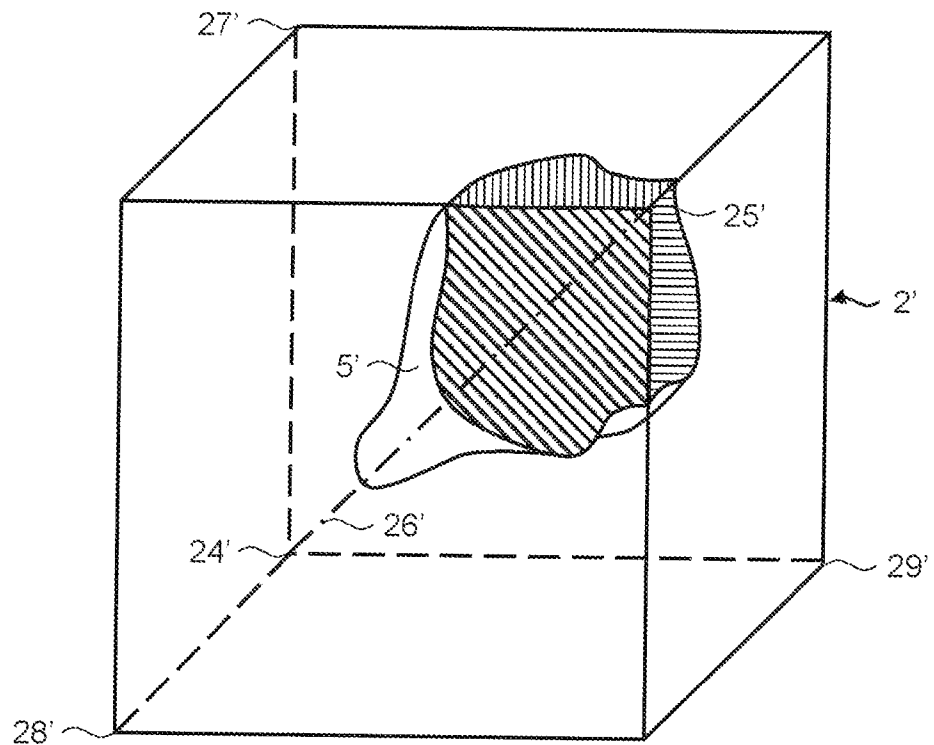


Fig. 5