



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2024 Patentblatt 2024/37

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B07C 5/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23160549.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B07C 5/34; B07C 2501/0054

(22) Anmeldetag: **07.03.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Streißnig, Alexander Albin**
9462 Bad st. leonhard im lavanttal (AT)
• **Haberl, Jonathan Martin**
8020 Graz (AT)
• **Payerl, Florian**
8010 Graz (AT)
• **Schaffer, Michael**
8493 Klösch (AT)

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

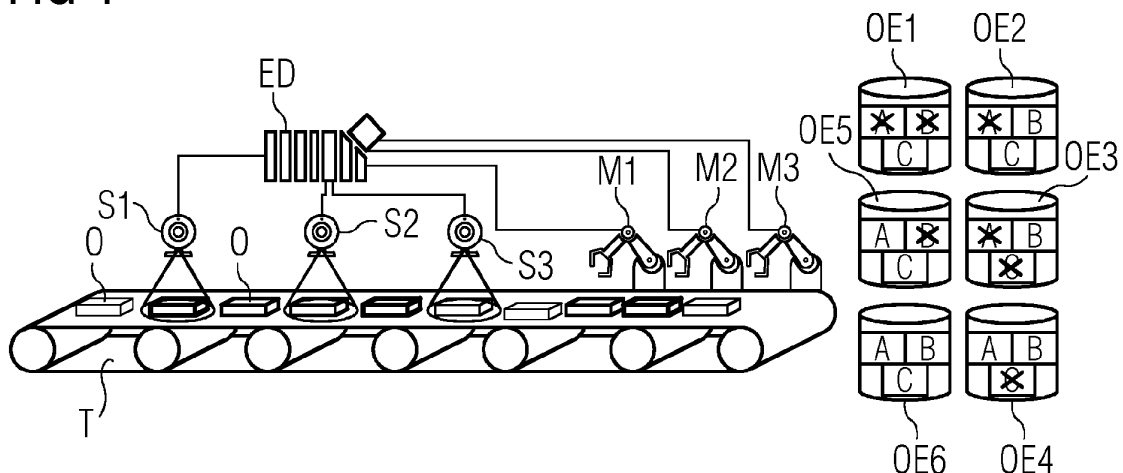
(54) **VERFAHREN ZUR SENSORGESTÜTZTEN SORTIERUNG VON OBJEKTEN IN EINEM MATERIALSTROM UND ANLAGE ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur sensorgestützten Sortierung von Objekten (O) in einem Materialstrom, wobei Objekte anhand ihrer Eigenschaften verschiedenen Klassen zugeordnet und die Eigenschaften mittels Sensoren (S1, S2, S3) bestimmt werden, und wobei die klassifizierten Objekte (O) aus dem Materialstrom entfernt und an vorbestimmten Ort gelagert werden, wobei eine Mehrzahl an Sensoren (S1, S2, S3) im Verlauf des Materialstroms angeordnet ist, und die von den Sensoren gelieferten Daten (SD1, SD2, SD3) in einer Re-

cheneinheit (ED) zusammengeführt und Objekten zugeordnet werden, wobei aufgrund der einem Objekt zugeordneten Sensordaten eine Mehrzahl an Eigenschaften (OE1, OE2,...) festgelegt wird und anhand der Mehrzahl an Eigenschaften das Objekt einer bestimmten Klasse zugeordnet wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine bessere und flexiblere Sortierung von Objekten in einem Materialstrom ermöglicht

FIG 1



Beschreibung

[0001] Unabhängig vom grammatikalischen Geschlecht eines bestimmten Begriffes sind Personen mit männlicher, weiblicher oder anderer Geschlechteridentität mit umfasst.

[0002] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur sensorgestützten Sortierung von Objekten in einem Materialstrom und eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens.

[0003] In vielen Industrieanlagen gibt es Transportbänder, auf denen Objekte und deren Eigenschaften mittels Sensoren erkannt werden müssen. Ein Beispiel ist die Abfallverwertung.

[0004] Als Abfallverwertung bezeichnet man den Prozess der Umwandlung von Abfällen in nützliche Materialien oder Energie. Es ist ein wichtiger Schritt im Abfallmanagement, um die Umweltbelastung zu reduzieren und die Ressourcen zu schonen.

[0005] Eine bedeutende Form der Abfallverwertung ist die Wiederverwertung. Dabei werden Abfälle, die noch verwendbar sind, in ihre ursprünglichen Materialien zerlegt und in neue Produkte verarbeitet. Beispiele hierfür sind das Recycling von Papier, Glas, Metall und Plastik. Dies spart Ressourcen, indem weniger Rohstoffe für die Produktion von neuen Gütern benötigt werden und verringert die Menge an Abfall, der in Deponien entsorgt werden muss.

[0006] Eine weitere Form der Abfallverwertung ist die thermische Verwertung durch Vergasung oder Verbrennung. Dabei werden Abfälle verbrannt, um Wärme und Strom zu erzeugen. Dies ist eine effektive Methode, um Abfall zu reduzieren und gleichzeitig Energie zu erzeugen. Allerdings sollten die Emissionen sorgfältig überwacht werden, um sicherzustellen, dass sie die Umwelt nicht belasten.

[0007] Wesentliche Voraussetzung für eine effiziente Abfallverwertung ist die Trennung der anfallenden Bestandteile aufgrund ihrer Materialeigenschaften.

[0008] Dazu wird üblicherweise eine Vielzahl von unterschiedlichen Sensoren eingesetzt, die beispielsweise verteilt über Transportbändern angebracht sind und die jeweils zur Sortierung einer bestimmten Eigenschaft verwendet werden. Zur Unterscheidung von unterschiedlichen Kunststoffen werden zum Beispiel Near Infrared (NIR) Sensoren verwendet. Zur Unterscheidung von metallischen und nicht-metallischen Gegenständen können Magnet-Sensoren oder induktive Sensoren verwendet werden.

[0009] Die entsprechend identifizierten Objekte können dann mittels Druckluft-Sortierern, Delta-Pickern oder anderen physikalischen Methoden aus dem Stoffstrom separiert werden.

[0010] Aus der EP 1 752 228 B1 ist ein Verfahren zur sensorgestützten Sortierung von Schüttgütern, wie beispielsweise Altglas, Kunststoffen oder Mineralien bekannt, bei dem ein einschichtiger Materialstrom aus Objekten mittels opto-elektronisch gesteuerter Sortiervorrichtungen in verschiedene Klassen aufgeteilt wird, wo-

bei sich die einzelnen Klassen durch die Eigenschaften der ihr zugeordneten Objekte unterscheiden. Beispielsweise können die Klassen durch verschiedene Farben oder Inhaltsstoffe definiert sein.

[0011] Der Sortiervorgang basiert darauf, dass der Materialstrom, etwa auf einem Sortierband oder während einer Freifallstrecke, mit Licht aus einer Lichtquelle bestrahlt wird und das emittierte Licht in Wechselwirkung mit den Objekten tritt. Solche Wechselwirkungen lassen sich im Licht der Wechselwirkung, also jenem Teil des emittierten Lichtes, welches tatsächlich in Wechselwirkung getreten ist, als Änderung im Transmissions-, Reflexions- oder Absorptionsgrad bzw. als Fluoreszenzlicht in einem Detektor detektieren. Die Lichtquelle kann dabei etwa sichtbares Licht, UV-Licht oder IR-Licht emittieren.

[0012] Eine Auswerteeinheit vergleicht sodann die vom Detektor detektierten Werte mit jenen einer Datenbank, in der verschiedenen Klassen von Objekten verschiedene Wertebereiche, etwa Wellenlängenbereiche oder Intensitäten, zugeordnet sind, und ordnet so jedes Objekt einer Klasse zu. Abhängig von der detektierten Klasse wird in der Folge ein Erfassen des Objektes durch einen Aufnehmer oder ein Ablenken in vorbestimmte Container mittels Druckluft- oder Saugdüsen veranlasst.

[0013] Um ein Objekt mit mehreren vorgegebenen Eigenschaften (z.B. bestimmter Kunststoff, Farbe, Form, metallisch oder nichtmetallisch) zu sortieren, müssen mehrere unterschiedliche Sortierstufen mit den entsprechenden Sensoren und die Transportbänder physikalisch kombiniert werden. Das ist sehr unflexibel, weil die Sensoren und dazugehörigen Sortierer in der Sortieranlage fix verbaut sind. Derartige Anlagen sind daher nur für einen bestimmten Betrieb optimiert und können nur mit erheblichem Aufwand umgebaut werden.

[0014] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Stand der Technik weiterzuentwickeln.

[0015] Erfindungsgemäß geschieht dies mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 und einer Anlage gemäß Anspruch 5.

[0016] Durch die Ermittlung verschiedener Eigenschaften eines Objektes an einer einzelnen Stelle mit verschiedenen Sensoren wird eine bessere und flexiblere Sortierung ermöglicht.

[0017] Beispielsweise können so die sogenannten Tetrapaks, welche aus Kunststofffolie, Karton und Aluminiumbeschichtung bestehen, direkt aussortiert werden. Auch Störstoffe und -objekte, wie z.B. Akkus, kann man mit der erfindungsgemäßen Kombination von geeigneten Sensoren (Material, Temperatur, Form, Volumen...) erkennen und aussortieren, bevor sie in eine Recyclingstufe gelangen, bei der sie sich entzünden könnten.

[0018] Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0019] Die Erfindung wird anhand von Figuren näher erläutert.

[0020] Es zeigen beispielhaft:

Fig. 1 eine Sortieranlage

Fig. 2 Ausgangssignale unterschiedlicher Sensoren
Fig.3 die Ausgangssignale nach Kalibrierung

[0021] Die beispielhafte Sortieranlage gemäß Fig. 1 umfasst eine Fördereinrichtung in Form eines Transportbandes T zur Erzeugung eines Materialstroms.

[0022] Oberhalb des Transportbandes sind unterschiedliche Sensoren S1, S2, S3 angebracht, welche den Materialstrom entlang einer Zeile quer zur Bewegungsrichtung abtasten und jeweils eine bestimmte physikalische Größe erfassen. Zur Unterscheidung von unterschiedlichen Kunststoffen wird beispielsweise Nahinfrarotspektroskopie eingesetzt. Zur Unterscheidung von metallischen und nicht-metallischen Gegenständen können Magnet-Sensoren oder induktive Sensoren verwendet werden.

[0023] Weiterhin sind Mittel zur Entnahme von Objekten aus dem Materialstrom und ihre Ablage M1, M2, M3 vorhanden. Dabei kann es sich beispielsweise um Druckluft-Sortierer oder Delta-Picker handeln. Schematisch sind auch die anhand ihrer von den Sensoren erfassten Eigenschaften charakterisierten Objekte dargestellt.

[0024] Wie in Fig. 2 dargestellt ergeben die zeilenförmig erfassten Daten aufgrund der Bewegung des Transportbandes ein zweidimensionales Abbild der Objekte O im Materialstrom, welche die durch den jeweiligen Sensor S1, S2, S3 erfasste Eigenschaft aufweisen, d.h. ein Magnetsensor erfasst naturgemäß nur die Objekte, die magnetische Eigenschaften haben.

[0025] Ein Objekt mit mehreren, von unterschiedlichen Sensoren S1, S2, S3 erfassten Eigenschaften, kann daher einer bestimmten Objektklasse zugeordnet werden, wenn die Daten der Sensoren zusammengeführt und gemeinsam ausgewertet werden.

[0026] Dies geschieht in vorteilhafter Weise mit einem sogenannten Edge-Device, d.h. einer Recheneinheit, mittels der dezentrale Verarbeitung der Sensordaten zumindest teilweise vor Ort in der Anlage erfolgt. Da die Berechnungen in physischer Nähe zu den Sensoren und den Aktoren zur Entnahme der Objekte erfolgt, sind kurze Reaktionszeiten möglich und die erforderliche Bandbreite geringer.

[0027] Um die Daten der einzelnen Sensoren S1, S2, S3 zusammenzuführen zu können, müssen diese synchronisiert und normiert werden.

[0028] Dazu erfolgt in einem ersten Schritt eine Kalibrierung der Anlage. Es wird ein Referenzobjekt wie beispielsweise ein rundes Objekt O mit unterschiedlichen Eigenschaften, die mit den Sensoren detektierbar sind, durch die Anlage geschickt.

[0029] Im Edge-Device ED werden die Sensordaten analysiert und der zeitliche Versatz, sowie unterschiedliche Auflösungen und Abtastraten in Betracht gezogen und so die Auswertungs-Software kalibriert.

[0030] Die im Ausführungsbeispiel eingesetzten Sensoren S1, S2, S3 liefern zeilenbasierte Auswertungen, d.h. pro Zeiteinheit wird eine Zeile an Daten aufgenommen. Eine Zeile stellt daher den "Querschnitt" über das

Transportband T zu einem bestimmten Zeitpunkt am Ort des Sensors S1, S2, S3 dar. Das Referenzobjekt passiert in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Transportbandes T und der örtlichen Anbringung der Sensoren S1, S2, S3 dieselben zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

[0031] Die beispielhaften Sensordaten SD1, SD2, SD3 für ein kreisrundes Referenzobjekt und 3 hintereinander platzierte Sensoren sind in Fig. 2 dargestellt.

[0032] Diese Referenzdaten werden dazu verwendet, die Sensordaten SD1, SD2, SD3 zu kalibrieren. Die unterschiedlichen Abtastraten, Auflösungen werden und die zeitlichen Abstände werden ermittelt und damit die Sensordaten kalibriert, sodass eine eindeutige Zuordnung der Daten möglich ist, wie dies in Fig.3 schematisch dargestellt ist. Die ursprünglichen Sensordaten SD1, SD2, SD3, wie sie aus Fig.2 ersichtlich sind und aufgrund unterschiedlicher Sensoreigenschaften scheinbar unterschiedliche Objekte O darstellen, zeigen nach der Kalibrierung ein einheitliches Bild SK1, SK2, SK3 des Referenzobjektes mit übereinstimmender Größe zu einem definierten Zeitpunkt.

[0033] Im laufenden Betrieb kann dann für jedes, von zumindest einem Sensor S1, S2, S3 registrierte Objekt festgestellt werden, welche der von den Sensoren erfassten Eigenschaften OE1, OE2,... es aufweist, daraufhin eine Klassifizierung erfolgen und das Objekt O aus dem Materialstrom entfernt und an einem vorbestimmten Ort gelagert, d.h. aussortiert werden.

[0034] Der erfindungsgemäße Einsatz eines Edge-Devices ED und Edge Computing ermöglicht eine flexible Konfiguration der Anlagen für unterschiedliche Anforderungen. Insbesondere können auch Erweiterungen mit zusätzlichen Sensoren einfach durchgeführt werden.

[0035] Durch die Kombination von Sensordaten SD1, SD2, SD3 können Störstoffe zuverlässiger erkannt und aussortiert werden.

[0036] Die Zählung von Objekten O mit bestimmten Eigenschaften OE1, OE2,... kann durch die Kombination der Sensoren S1, S2, S3 ebenfalls sehr einfach und schnell konfiguriert und durchgeführt werden. Damit kann die Qualität der Sortierung genauer beurteilt werden als durch Wiegen der sortierten Materialien.

Bezugszeichenliste

[0037]

T	Transportband
S1, S2, S3	Sensoren
M1, M2, M3	Mittel zur Entnahme von Objekten
O	Objekte
ED	Edge-Device
OE1, OE2,...	Objekteigenschaften
SD1, SD2, SD3	Sensordaten
SK1, SK2, SK3	kalibrierte Sensordaten

Patentansprüche

net, dass die Recheneinheit als Edge-Device (ED) ausgestaltet ist.

1. Verfahren zur sensorgestützten Sortierung von Objekten in einem Materialstrom, wobei Objekte anhand ihrer Eigenschaften verschiedenen Klassen zugeordnet und die Eigenschaften mittels Sensoren bestimmt werden, und wobei die klassifizierten Objekte aus dem Materialstrom entfernt und an vorbestimmten Ort gelagert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl an Sensoren (S1, S2, S3) im Verlauf des Materialstroms angeordnet ist, dass die von den Sensoren (S1, S2, S3)gelieferten Daten in einer Recheneinheit (ED) zusammengeführt und Objekten (O) zugeordnet werden, dass aufgrund der einem Objekt zugeordneten Sensordaten (SD1, SD2, SD3) eine Mehrzahl an Eigenschaften festgelegt (OE1, OE2,...) wird und dass anhand der Mehrzahl an Eigenschaften das Objekt (O) einer bestimmten Klasse zugeordnet wird.

5
10
15
20
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (S1, S2, S3) optische Sensoren in unterschiedlichen Spektralbereichen und magnetische Sensoren umfassen.

25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Kalibrierungsdurchlauf durchgeführt wird, bei dem mit einem Referenzobjekt mit bekannten Eigenschaften die von den Sensoren (S1, S2, S3) gelieferten Daten (SD1, SD2, SD3) zumindest hinsichtlich ihres zeitlichen Versatzes und unterschiedlicher Auflösungen und Abtastraten in einer Recheneinheit (ED) analysiert werden und die Daten (SD1, SD2, SD3) kalibriert (SK1, SK2, SK3) werden.

30
35
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (S1, S2, S3) den Materialstrom entlang einer Zeile quer zur Bewegungsrichtung abtasten.

40
5. Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Fördereinrichtung (T) zur Erzeugung eines Materialstroms vorgesehen ist, dass eine Mehrzahl an Sensoren(S1, S2, S3) entlang der Fördereinrichtung so angeordnet ist, dass Eigenschaften der Objekte (O) entlang einer Zeile quer zur Förderrichtung erfasst werden, dass eine Recheneinheit vorgesehen ist, in der die von den Sensoren (S1, S2, S3) gelieferten Daten (SD1, SD2, SD3) zusammengeführt und Objekten zugeordnet werden, und dass Mittel zur Entnahme von Objekten aus dem Materialstrom (M1, M2, M3) und Ablage aufgrund der dem jeweiligen Objekt zugeordneten Sensordaten (OE1, OE2,...) vorgesehen sind.

45
50
55
6. Anlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet,**

FIG 1

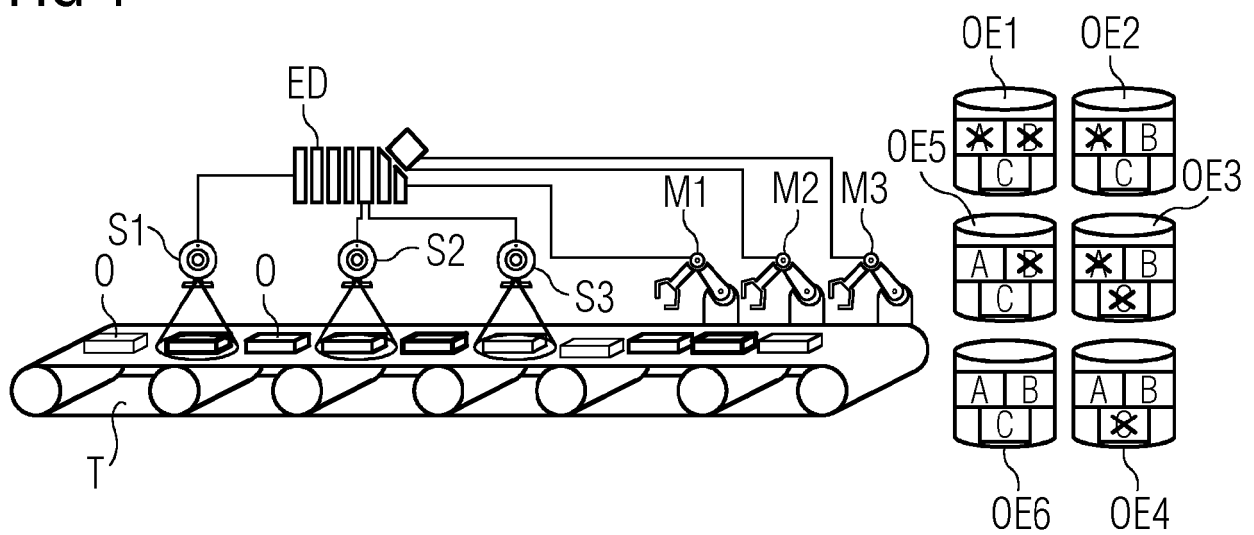


FIG 2

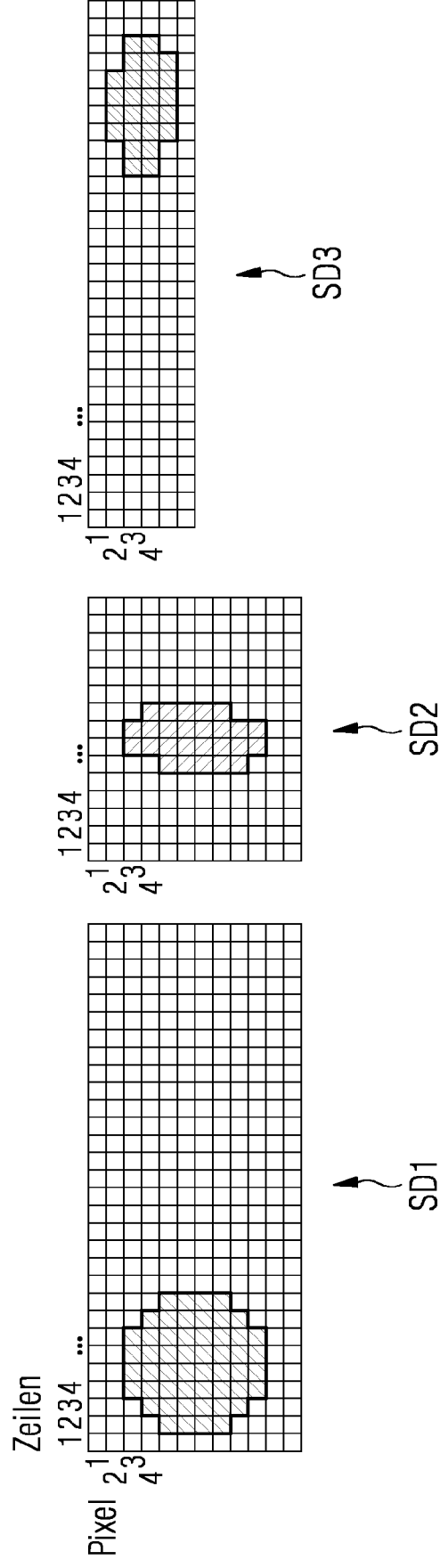
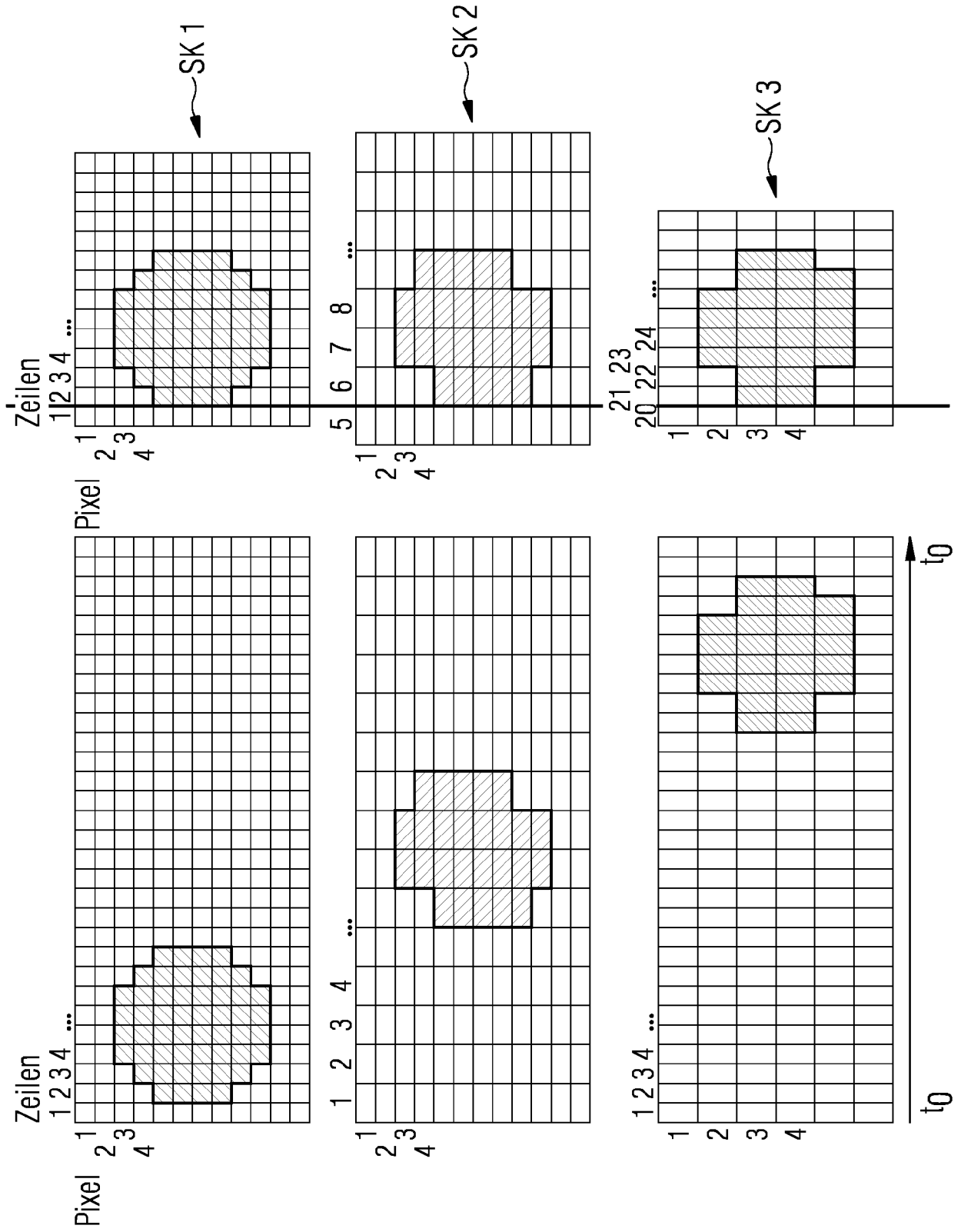


FIG 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 0549

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2019/281781 A1 (BORROWMAN ERIC L [US] ET AL) 19. September 2019 (2019-09-19)	1, 3-6	INV.
A	* Absatz [0036] - Absatz [0039]; Abbildungen *	2	B07C5/34

X	US 2016/016203 A1 (BAMBER ANDREW SHERLIKER [CA] ET AL) 21. Januar 2016 (2016-01-21)	1, 2	
	* Absatz [0021] - Absatz [0027]; Abbildung 1 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B07C
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		28. Juli 2023	Wich, Roland
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 16 0549

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-07-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019281781 A1	19-09-2019	AR 115267 A1	16-12-2020
		BR 112020017937 A2	22-12-2020
		CA 3092996 A1	19-09-2019
		EP 3764766 A1	20-01-2021
		US 2019281781 A1	19-09-2019
		WO 2019178238 A1	19-09-2019

US 2016016203 A1	21-01-2016	AU 2015292228 A1	02-02-2017
		AU 2018204838 A1	26-07-2018
		AU 2020202849 A1	21-05-2020
		CA 2955636 A1	28-01-2016
		CL 2017000150 A1	11-08-2017
		CN 106999989 A	01-08-2017
		CN 110090812 A	06-08-2019
		EP 3171989 A1	31-05-2017
		US 2016016203 A1	21-01-2016
		US 2019001374 A1	03-01-2019
		US 2020139406 A1	07-05-2020
		WO 2016011551 A1	28-01-2016

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- EP 1752228 B1 [0010]