

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7584678号  
(P7584678)

(45)発行日 令和6年11月15日(2024.11.15)

(24)登録日 令和6年11月7日(2024.11.7)

|                   |                             |                        |                      |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| (51)国際特許分類        |                             | F I                    |                      |
| G 0 6 T           | 7/00 (2017.01)              | G 0 6 T                | 7/00 3 5 0 B         |
| B 0 7 C           | 5/342(2006.01)              | B 0 7 C                | 5/342                |
| B 0 9 B           | 5/00 (2006.01)              | B 0 9 B                | 5/00 C               |
| B 6 5 G           | 47/46 (2006.01)             | B 6 5 G                | 47/46 B              |
| B 6 5 G           | 47/82 (2006.01)             | B 6 5 G                | 47/82 C              |
|                   |                             | 請求項の数 18 (全32頁) 最終頁に続く |                      |
| (21)出願番号          | 特願2023-560679(P2023-560679) | (73)特許権者               | 520417713            |
| (86)(22)出願日       | 令和4年8月5日(2022.8.5)          |                        | ソルテラ・テクノロジーズ・インコーポ   |
| (65)公表番号          | 特表2024-518687(P2024-518687  |                        | レイテッド                |
|                   | A)                          |                        | アメリカ合衆国・インディアナ・4 6 7 |
| (43)公表日           | 令和6年5月2日(2024.5.2)          |                        | 7 0 ・マークル・アッシャー・ドライブ |
| (86)国際出願番号        | PCT/US2022/039622           |                        | ・ 5 2 2 4            |
| (87)国際公開番号        | WO2023/015000               | (74)代理人                | 100108453            |
| (87)国際公開日         | 令和5年2月9日(2023.2.9)          |                        | 弁理士 村山 靖彦            |
| 審査請求日             | 令和5年9月29日(2023.9.29)        | (74)代理人                | 100110364            |
| (31)優先権主張番号       | 63/229,724                  |                        | 弁理士 実広 信哉            |
| (32)優先日           | 令和3年8月5日(2021.8.5)          | (74)代理人                | 100133400            |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 |                             |                        | 弁理士 阿部 達彦            |
|                   | 米国(US)                      | (72)発明者                | ナリン・クマール             |
| (31)優先権主張番号       | 17/491,415                  |                        | アメリカ合衆国・インディアナ・4 6 8 |
| (32)優先日           | 令和3年9月30日(2021.9.30)        |                        | 0 4 ・フォート・ウェイン・インヴァネ |
|                   | 最終頁に続く                      |                        | 最終頁に続く               |

(54)【発明の名称】 自動車スクラップからのエアバッグモジュールの除去

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動する自動車スクラップ片の流れからライブエアバッグモジュールを分別する方法であって、

自動車スクラップ片を視覚システムを通過させて搬送するステップであって、前記自動車スクラップ片にはライブエアバッグモジュールが含まれる、ステップと、

前記自動車スクラップ片の視覚画像を捕捉するステップと、

前記ライブエアバッグモジュールを他の自動車スクラップ片から区別するために、人工知能システムを通じて前記自動車スクラップ片の前記捕捉された視覚画像を処理するステップと、

前記移動する自動車スクラップ片の流れから前記ライブエアバッグモジュールを分別するステップと、

を含む、方法。

【請求項2】

前記分別するステップが、前記ライブエアバッグモジュールを、前記ライブエアバッグモジュールの近傍にある他の自動車スクラップ片とともに容器に方向転換するステップを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記分別するステップが、前記ライブエアバッグモジュールを作動させることなく実行される、請求項1に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記分別するステップが、前記ライブエアバッグモジュールを作動させないように構成された方向転換力を使用して前記ライブエアバッグモジュールの方向転換をする分別機構によって実行される、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記分別機構が、ペイントブラシ型プランジャである、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記人工知能システムは、前記ライブエアバッグモジュールが、少なくとも 1 つの他の自動車スクラップ片によって部分的に遮られ、前記視覚システムが前記ライブエアバッグモジュール全体のスペクトル画像データを取得できない場合に、部分的に遮られた前記ライブエアバッグモジュールを識別するように構成されている、請求項 2 に記載の方法。

10

## 【請求項 7】

前記人工知能システムが、ライブエアバッグモジュールと他の自動車スクラップ片とを区別するためのセマンティックセグメンテーションアルゴリズムを用いて構成されている、請求項 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記自動車スクラップ片の流れから前記ライブエアバッグモジュールを分別した後、前記自動車スクラップ片を別個の金属合金に分別するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記人工知能システムが、所定の閾値を超える偽陽性と偽陰性との比で、特定の自動車スクラップ片をライブエアバッグモジュールとして分類するように構成されている、請求項 1 に記載の方法。

20

## 【請求項 10】

移動する自動車スクラップ片の流れからライブエアバッグモジュールを分別するためのシステムであって、

自動車スクラップ片を視覚システムを通過させて搬送するためのコンベヤシステムであって、前記自動車スクラップ片にはライブエアバッグモジュールが含まれる、コンベヤシステムと、

前記自動車スクラップ片の視覚画像を捕捉するように構成された前記視覚システムと、人工知能システムで構成されたデータ処理システムであって、前記ライブエアバッグモジュールを他の自動車スクラップ片から区別するために、前記人工知能システムを通じて前記自動車スクラップ片の前記捕捉された視覚画像を処理するように構成されている、データ処理システムと、

30

前記移動する自動車スクラップ片の流れから前記ライブエアバッグモジュールを分別するための分別装置と、

を備える、システム。

## 【請求項 11】

前記分別が、前記ライブエアバッグモジュールを、前記ライブエアバッグモジュールの近傍にある自動車スクラップ片とともに容器に方向転換することを含む、請求項 10 に記載のシステム。

40

## 【請求項 12】

前記分別が、前記ライブエアバッグモジュールを作動させることなく実行される、請求項 10 に記載のシステム。

## 【請求項 13】

前記分別装置が、前記ライブエアバッグモジュールを作動させないように構成された方向転換力を使用して前記ライブエアバッグモジュールの方向転換をする分別機構を含む、請求項 10 に記載のシステム。

## 【請求項 14】

前記分別機構が、ペイントブラシ型プランジャである、請求項 13 に記載のシステム。

50

## 【請求項 15】

前記人工知能システムは、前記ライブエアバッグモジュールが、少なくとも1つの他の自動車スクラップ片によって部分的に遮られ、前記視覚システムが前記ライブエアバッグモジュール全体のスペクトル画像データを取得できない場合に、前記部分的に遮られたライブエアバッグモジュールを識別し、前記部分的に遮られたライブエアバッグモジュールを他の自動車スクラップ片から区別するように構成されている、請求項11に記載のシステム。

## 【請求項 16】

前記人工知能システムが、ライブエアバッグモジュールと他の自動車スクラップ片とを区別するためのセマンティックセグメンテーションアルゴリズムを用いて構成されている、請求項15に記載のシステム。

10

## 【請求項 17】

前記人工知能システムは、特定の自動車スクラップ片がライブエアバッグモジュールに十分に似ている場合、特定の自動車スクラップ片をライブエアバッグモジュールとして分類するように構成されている、請求項10に記載のシステム。

## 【請求項 18】

前記人工知能システムが、所定の閾値を超える偽陽性と偽陰性との比で、特定の自動車スクラップ片をライブエアバッグモジュールとして分類するように構成されている、請求項10に記載のシステム。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【技術分野】

## 【0001】

## 【関連特許および特許出願】

本出願は、米国仮特許出願第63／229,724号に対する優先権を主張する。本出願は、米国特許出願第17／752,669号の一部継続出願であり、同出願は米国特許出願第17／667,397号の一部継続出願であり、同出願は米国特許出願第17／495,291号の一部継続出願であり、同出願は米国特許出願第17／491,415号（米国特許第11,278,937号として発行）の一部継続出願であり、同出願は米国特許出願第17／380,928号の一部継続出願であり、同出願は米国特許出願第17／227,245号の一部継続出願であり、同出願は米国特許出願第16／939,011号の一部継続出願であり、同出願は米国特許出願第16／375,675号（米国特許第10,722,922号として発行）の継続出願であり、同出願は米国特許出願第15／963,755号（米国特許第10,710,119号として発行）の一部継続出願であり、同出願は米国特許出願第15／213,129号（米国特許第10,207,296号として発行）の一部継続出願であり、同出願は米国仮特許出願第62／193,332号に対する優先権を主張するものであり、これらはすべて参照により本明細書に組み込まれる。米国特許出願第17／491,415号（米国特許第11,278,937号として発行）は、米国特許出願第16／852,514号（米国特許第11,260,426号として発行）の一部継続出願であり、同出願は米国特許出願第16／358,374号（米国特許第10,625,304号として発行）の分割出願であり、同出願は米国特許出願第15／963,755号（米国特許第10,710,119号として発行）の一部継続出願であり、同出願は米国仮特許出願第62／490,219号に対する優先権を主張するものであり、これらはすべて参照により本明細書に組み込まれる。

30

40

## 【0002】

## 【政府によるライセンス権】

本開示は、米国エネルギー省から授与された助成金番号DE-A R 0 0 0 0 4 2 2に基づく米国政府の支援を受けて行われた。米国政府は本開示に関して特定の権利を有し得る。

## 【0003】

本発明は、自動車スクラップのリサイクルに関し、より詳細には、自動車スクラップからのエアバッグモジュールの除去に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0004】

このセクションは、本開示の例示的な実施形態に関連する可能性のある技術の様々な側面を紹介することを目的としている。この議論は、本開示の特定の態様のより良い理解を促進する枠組みを提供するのに役立つと考えられる。したがって、このセクションはこの観点から読まれるべきであり、必ずしも先行技術を認めるものではないことを理解されたい。

## 【0005】

リサイクルとは、本来ならゴミとして捨てられてしまう素材を収集して処理し、そしてそれらを新しい製品に変える処理である。リサイクルは、埋め立て地や焼却場に送られる廃棄物の量が減り、天然資源が節約され、国内の材料源を活用することで経済的安全性が高まり、新しい原材料を収集する必要性が減ることで汚染が防止され、エネルギーが節約されるので、地域社会と環境に利益をもたらす。

## 【0006】

金属スクラップは細断されることが多いため、金属の再利用を促進するために分別する必要がある。スクラップ金属を分別することで、埋め立て地に送られる可能性のある金属が再利用される。さらに、分別されたスクラップ金属の使用は、鉱石から未加工原料を精製する場合と比較して、汚染と排出量の削減につながる。分別された金属の品質が一定の基準を満たしている場合、製造業者はスクラップ金属を未加工原料の代わりに使用することができる。金属スクラップには、鉄金属および非鉄金属、重金属、ニッケルやチタンなどの高価な金属、鋳造または鍛造金属、その他の様々な合金が含まれ得る。

## 【0007】

米国では毎年推定1,500万台の車両（使用済み車両と呼ばれる）が解体されている。各車両には複数（例えば、6～15）のエアバッグモジュールが搭載されている場合がある。つまり、毎年9,000万個以上のエアバッグモジュールが自動車のリサイクルの流れに入る可能性がある。エアバッグモジュールは、通常、何らかの容器またはキャニスタ内に封入された3つの主要部分、つまりエアバッグ、インフレーター、推進剤で構成されている。

## 【0008】

これらすべてのエアバッグモジュールに関連して生じる問題は、膨張に使用される有毒なアジ化ナトリウムが含まれていることである。さらに、エアバッグモジュールが車両細断器を通過する際、すべてのエアバッグモジュールが膨張／爆発するわけではない。その結果、これらのエアバッグモジュールは異なる場所で膨張／爆発し、異なる結果をもたらす可能性がある。つまり、コンベヤシステム上では、コンベヤベルトを損傷し、人によって扱われる場合、重傷を負ったり、手足を失ったりする可能性があり、リサイクル施設から顧客に販売された後は、顧客の機器に損傷を与える。

## 【0009】

このようなエアバッグモジュールを車両スクラップから確実に満足に除去するには、克服すべき技術的課題がある。すなわち、エアバッグモジュールは小さい可能性があり（例えば、エアバッグモジュールは、直径1インチ（2.54cm）、高さ1インチ（2.54cm）の円筒のフォームファクタを持つことがよくある）、細断処理後の混合金属スクラップの流れの中のエアバッグモジュールは、他の金属スクラップと同様に見え、細断後のエアバッグモジュールは、他のスクラップ片と混合すると識別が困難になり、エアバッグモジュールは、ベルトコンベアで搬送中に他のスクラップ片と混ざって部分的に遮られる可能性があり、エアバッグモジュールには様々な形、サイズ、色がある。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0010】

【文献】米国特許出願公開第2022／0016675号明細書

## 【非特許文献】

【0011】

【文献】Krizhevsky他、「ImageNet Classification with Deep Convolutional Networks」、第25回神経情報処理システム国際会議議事録、2012年12月3～6日、ネバダ州レイクタホ

【文献】LeCun他、「Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition」、IEEE 論文集、電気電子学会（IEEE）、1998年11月

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本開示の実施形態に従って構成された材料取扱システムの概略図である。

10

【図2A】訓練段階中に使用されるエアバッグモジュールの制御セットの例示的な表現を示す図である。

【図2B】訓練段階中に使用されるエアバッグモジュールの制御セットの例示的な表現を示す図である。

【図2C】アルゴリズムがエアバッグモジュールを識別し分類した訓練段階中に使用されるエアバッグモジュールの制御セットの例示的な表現を示す図である。

【図3】本開示の実施形態に従って構成されたフローチャートを示す図である。

【図4】本開示の実施形態に従って構成されたフローチャートを示す図である。

【図5】本開示の実施形態に従って構成されたデータ処理システムのブロック図である。

【図6A】エアバッグモジュールを含む材料片の不均一混合物の例示的な表現を示す図である。

20

【図6B】エアバッグモジュールを含む材料片の不均一混合物の例示的な表現を示す図である。

【図7】人工知能アルゴリズムがエアバッグモジュールを識別および／または分類した、エアバッグモジュールを含む材料片の不均一混合物の例示的な表現を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本開示の様々な詳細な実施形態が本明細書に開示される。ただし、開示された実施形態は本開示の単なる例示であり、様々な代替形態で具体化され得ることを理解されたい。数値は必ずしも正確な縮尺ではなく、特定の構成要素の詳細を示すために、一部の機能が誇張されたり、最小化されたりする場合がある。したがって、本明細書に開示される特定の構造および機能の詳細は、限定として解釈されるべきではなく、本開示の様々な実施形態を使用することを当業者に教示するための代表的な基礎としてのみ解釈されるべきである。

30

【0014】

本開示の実施形態は、スクラップの流れ内のエアバッグモジュールの識別／分類のために人工知能技術を利用する。本開示の特定の実施形態によれば、材料片は、任意の標準的なコンピュータ視覚方法を使用して、部品間にスペースを設けてコンベアベルト上で分離することができる。本開示の特定の実施形態によれば、領域提案ニューラルネットワークをエアバッグモジュールの検出に利用することができ、および／または深層ニューラルネットワークをエアバッグモジュールの分類に利用することができる。本開示の特定の実施形態によれば、検出および分類のためのこれらの2つのニューラルネットワークを組み合わせることができる。本開示の実施形態は、セマンティックセグメンテーションまたはオブジェクト検出／位置特定を使用することができる。代替的に、インスタンスセグメンテーションまたはパノプティックセグメンテーションを利用することもできる。本開示の実施形態は、ピクセルレベル、近傍、領域、および／または画像全体の分類を使用することができる。

40

【0015】

本明細書で使用される場合、「材料」には、金属（鉄および非鉄）、合金、別の異なる材料に埋め込まれた金属片、プラスチック（本明細書に開示されている、業界で知られている、または将来新たに作成されるプラスチックを含むが、これらに限定されない）、ゴ

50

ム、発泡体、ガラス（ホウケイ酸ガラスまたはソーダ石灰ガラス、および様々な色ガラスを含むがこれらに限定されない）、セラミック、紙、ボール紙、テフロン、PE、束線、絶縁被覆線、希土類元素、葉、木材、植物、植物の一部、繊維、バイオ廃棄物、包装、電子廃棄物、バッテリーと蓄電池、細断された車両からの自動車スクラップ片、鉱山、建設、解体廃棄物、農作物廃棄物、森林残渣、目的栽培の草、木質エネルギー作物、微細藻類、都市部の食品廃棄物、食品廃棄物、有害な化学廃棄物および生物医学廃棄物、建設廃材、農場廃棄物、生物起源の物品、非生物起源の物品、特定の炭素含有量を有する物体、都市固形廃棄物内で見つかる可能性のあるその他の物体、および、本明細書に開示されているセンサ技術のいずれかを含むが、これに限定されない、1つまたは複数のセンサシステム（を含むがこれらに限定されない）によって、相互に区別できる前述のいずれかのさらなるタイプまたはクラスを含む、本明細書に開示される他の任意の物体、物品、または材料、を含むがこれらに限定されない、あらゆる品目または物体が含まれ得る。

10

#### 【0016】

より一般的な意味では、「材料」には、化学元素、1つまたは複数の化学元素の化合物または混合物、または化学元素の化合物または混合物の化合物または混合物で構成される任意の品目または物体が含まれ得、化合物または混合物の複雑さは、単純なものから複雑なものまであり得る（本明細書では、そのすべてを特定の「化学組成」を有する材料とも呼ぶ場合がある）。「化学元素」とは、本出願の出願日以降に発見される可能性のある化学元素を含む、化学元素の周期表の化学元素を意味する。本開示内では、「スクラップ」、「スクラップ片」、「材料」、および「材料片」という用語は同じ意味で使用される場合がある。本明細書で使用される場合、金属合金組成を有すると呼ばれる材料片またはスクラップ片は、他の金属合金とは区別される特定の化学組成を有する金属合金である。

20

#### 【0017】

本明細書で使用される「所定の」という用語は、本明細書で開示される分別システムのユーザまたはオペレータを含むがこれらに限定されない、事前に確立または決定されたものを指す。

#### 【0018】

本明細書で使用される「スペクトル撮像」とは、電磁スペクトル全体にわたる複数の帯域を使用する撮像である。一般的なカメラは、可視スペクトルの赤、緑、および青（「RGB」）の3つの波長帯域にわたる光を捕捉するが、スペクトル撮像にはRGBを含みそれを越える様々な技術が含まれ得る。例えば、スペクトル撮像では、赤外線、可視、紫外線、および／またはX線スペクトル、または上記の組み合わせが使用され得る。スペクトルデータ、またはスペクトル画像データは、スペクトル画像のデジタルデータ表現である。スペクトル撮像には、可視帯域と非可視帯域のスペクトルデータの同時取得、可視範囲外からの照明、または特定のスペクトル範囲を捕捉するための光学フィルタの使用が含まれ得る。スペクトル画像の各ピクセルについて数百の波長帯域を捕捉することも可能である。

30

#### 【0019】

本明細書で使用される「画像データパケット」という用語は、個々の材料片の取り込まれたスペクトル画像に関するデジタルデータのパケットを指す。

40

#### 【0020】

本明細書で使用される「識別する」および「分類する」という用語、「識別」および「分類」という用語、およびそれらの派生語は、同じ意味で使用される場合がある。本明細書で使用される場合、材料片を「分類する」とは、その材料片が属する材料のタイプまたはクラスを決定する（すなわち、識別する）ことを意味する。例えば、本開示の特定の実施形態によれば、センサシステム（本明細書でさらに説明する）は、材料を分類するためのあらゆるタイプの情報を収集および分析するように構成することができ、分別システム内で分類を利用して、色、質感、色相、形状、明るさ、重量、密度、化学組成、サイズ、均一性、製造タイプ、化学的特徴、所定のフラクション、放射性の特徴、光、音、またはその他の信号の透過率、材料片の放射および／または反射電磁放射（「EM」）を含む、

50

様々な分野などの刺激に対する反応を含むが、これらに限定されない、1つまたは複数の物理的および／または化学的特性（例えば、ユーザ定義可能）のセットに応じて材料片を選択的に分別することができる。

#### 【0021】

材料のタイプまたはクラス（つまり、分類）はユーザが定義可能であり、既知の材料分類に限定されない。タイプまたはクラスの粒度は、非常に粗いものから非常に細かいものまでである。例えば、タイプまたはクラスには、粒度が比較的粗いタイプまたはクラスのプラスチック、セラミック、ガラス、金属、および他の材料、例えば、粒度がより細かいタイプまたはクラスの亜鉛、銅、真鍮、クロム板、アルミニウムなどの様々な金属および金属合金、または、粒度が比較的細かいタイプまたはクラスの特定のタイプのプラスチック間、が含まれ得る。したがって、タイプまたはクラスは、例えばプラスチックと金属合金などの著しく異なる化学組成の材料を区別するように、または例えば異なるタイプの金属合金などのほぼ同一の化学組成の材料を区別するように構成することができる。本明細書で議論される方法およびシステムは、分類される前に化学組成が完全に不明である材料を正確に識別／分類するために適用できることを理解されたい。

10

#### 【0022】

本明細書で言及する「コンベヤシステム」とは、航空機械コンベヤ、自動車コンベヤ、ベルトコンベヤ、ベルト駆動ライブローラコンベヤ、バケットコンベヤ、チェーンコンベヤ、チェーン駆動ライブローラコンベヤ、ドラッグコンベヤ、防塵コンベヤ、電動軌道車両システム、フレキシブルコンベヤ、重力コンベヤ、重力スケートホイールコンベヤ、ラインシャフトローラコンベヤ、電動駆動ローラコンベヤ、オーバーヘッドエビームコンベヤ、オーバーランドコンベヤ、医薬品コンベヤ、プラスチックベルトコンベヤ、空気圧コンベヤ、スクリュウまたはオーガーコンベヤ、スパイラルコンベヤ、管状ギャラリコンベヤ、垂直コンベヤ、自由落下コンベヤ、振動コンベヤ、金網コンベヤ、ロボットアームマニピュレータを含むがこれらに限定されない、材料をある場所から別の場所に移動させる任意の既知の機械的取扱い装置のことであり得る。

20

#### 【0023】

本開示の特定の実施形態に従って本明細書に記載されるシステムおよび方法は、複数の材料片の不均一混合物を受け取り、この不均一混合物内の少なくとも1つの材料片は、1つまたは複数の他の材料片とは異なる元素の組成を含み、および／またはこの不均一混合物内の少なくとも1つの材料片は他の材料片と物理的に区別可能であり、および／またはこの不均一混合物内の少なくとも1つの材料片が、混合物内の他の材料片とは異なるクラスまたはタイプの材料であり、システムおよび方法は、この1つの材料片を他の材料片とは別個のグループに識別／分類／区別／分別するように構成されている。本開示の実施形態は、本明細書で定義される材料の任意のタイプまたはクラスを分類するために利用され得る。対照的に、均質な材料のセットまたはグループはすべて、ライブエアバッグモジュール（live air bag module）などの識別可能なクラスまたはタイプの材料（または、指定された複数の識別可能なクラスまたはタイプの材料）に分類される。

30

#### 【0024】

本開示の実施形態は、本明細書では、材料片を別個の容器またはビンに物理的に堆積する（例えば、方向転換または排出する）ことによって、ユーザ定義のグループ化（例えば、材料のタイプや分類など）に応じて、材料片をそのような別個のグループに分類するものとして説明され得る。一例として、本開示の特定の実施形態では、材料片は、他の材料片（例えば、異なるクラスまたはタイプの材料に属するものとして分類されるもの）と区別できる、特定のクラスまたはタイプの材料（例えば、ライブエアバッグモジュール）に属するものとして分類される材料片を分離するために、別個の容器に分類され得る。

40

#### 【0025】

分別する材料には不規則なサイズや形状があり得ることに留意されたい。例えば、そのような材料は、材料をそのような不規則な形状およびサイズの断片に切り刻む（スクラップ片を生成する）、ある種の細断機構に事前に通されていてもよく、その後、コンベヤシ

50

システムに供給または方向転換されてもよい。本開示の実施形態によれば、材料片には、ある種の細断機構を通過した車両の自動車スクラップ片が含まれ、自動車スクラップ片には、作動していない（すなわち、膨張または爆発していない）エアバッグモジュールが含まれ、これらは、本明細書では「ライブエアバッグモジュール」とも呼ばれる。

#### 【0026】

図1は、本開示の様々な実施形態に従って構成されたシステム100の例を示す。コンベヤシステム103は、システム100を通じて個々の材料片101を搬送するために実装され得、それにより、個々の材料片101のそれぞれを追跡し、分類し、区別し、所定の所望のグループに分別することができる。このようなコンベヤシステム103は、材料片101が典型的には所定の一定速度で移動する1つまたは複数のコンベヤベルトを用いて実装され得る。ただし、本開示の特定の実施形態は、材料片がシステム100の様々な構成要素（または任意の他のタイプの垂直分別機）を自由落下するシステム、または振動コンベヤシステムを含む、他のタイプのコンベヤシステムで実装されてもよい。以下、該当する場合、コンベヤシステム103はコンベヤベルト103とも呼ばれ得る。1つまたは複数の実施形態では、伝達、捕捉、刺激、検出、分類、区別、および分別する動作または機能の一部またはすべては、自動的に、すなわち人間の介入なしに実行されてもよい。例えば、システム100では、1つまたは複数のカメラ、1つまたは複数の刺激源、1つまたは複数の放射検出器、分類モジュール、分別デバイス／装置、および／または他のシステム構成要素は、これらおよび他の操作を自動的に実行するように構成され得る。

#### 【0027】

さらに、図1はコンベヤシステム103上の材料片101の単一の流れを示しているが、本開示の実施形態は、複数のそのような材料片の流れがシステム100の様々な構成要素を互いに並行して通過するように実装され得る。例えば、米国特許第10,207,296号にさらに記載されているように、材料片は、単一のコンベヤベルト、または一組の平行なコンベヤベルト上を移動する2つ以上の平行な個別化された流れに分配され得る。したがって、本開示の特定の実施形態は、複数のそのような並行して移動する材料片の流れを同時に追跡、分類、および分別することができる。本開示の特定の実施形態によれば、シンギュレータの組み込みまたは使用は必要ない。代わりに、コンベヤシステム（例えば、コンベヤベルト103）は、単にランダムな方法でコンベヤシステム103上に堆積された材料片の集合を搬送してもよい。

#### 【0028】

本開示の特定の実施形態によれば、ある種の適切なフィーダ機構（例えば、別のコンベヤシステムまたはホッパ102）を利用して、材料片101をコンベヤシステム103上に供給することができ、それにより、コンベヤシステム103は、材料片101をシステム100内の様々な構成要素を通過させて搬送することができる。材料片101がコンベヤシステム103によって受け取られた後、任意選択のタンブラ／バイブレータ／シンギュレータ106を利用して、材料片の塊から個々の材料片を分離することができる。本開示の特定の実施形態では、コンベヤシステム103は、コンベヤシステムモータ104によって所定の速度で移動するように動作する。この所定の速度は、任意の周知の方法でオペレータによってプログラム可能および／または調整可能であってもよい。代替的に、コンベヤシステム103の所定の速度の監視は、位置検出器105を用いて実行されてもよい。本開示の特定の実施形態では、コンベヤシステムモータ104および／または位置検出器105の制御は、自動制御システム108によって実行されてもよい。このような自動化制御システム108は、コンピュータシステム107の制御下で動作させることができ、および／または自動化制御を実行するための機能をコンピュータシステム107内のソフトウェアで実装することができる。

#### 【0029】

コンベヤシステム103は、ベルトコンベヤを所定の速度で移動させるのに適した従来の駆動モータ104を使用する従来のエンドレスベルトコンベヤであってもよい。位置検出器105は、従来のエンコーダであってもよく、コンベヤシステム103および自動制

10

20

30

40

50

御システム１０８に動作可能に結合されて、コンベヤベルトの動き（例えば、速度）に対応する情報を提供してもよい。したがって、コンベヤシステム駆動モータ１０４および／または自動制御システム１０８（および代替的に位置検出器１０５を含む）に対する制御の利用を通じて、コンベヤシステム１０３上を移動する材料片１０１のそれぞれが識別されるとき、それらは、（システム１００の様々な構成要素に対して）位置および時間によって追跡することができるため、各材料片１０１がその近傍を通過するときにシステム１００の様々な構成要素を起動／停止することができる。その結果、自動制御システム１０８は、材料片１０１がコンベヤシステム１０３に沿って移動する間に、材料片１０１のそれぞれの位置を追跡することができる。

#### 【００３０】

再び図１を参照すると、本開示の特定の実施形態は、コンベヤシステム１０３上を移動する材料片１０１のそれぞれを追跡する手段として、視覚または光学認識システム１１０および／または材料片追跡装置１１１を利用することができる。視覚システム１１０は、１つまたは複数の静止画カメラまたは実写カメラ１０９を利用して、移動コンベヤシステム１０３上の材料片１０１のそれぞれの位置（すなわち、位置およびタイミング）を記録することができる。視覚システム１１０は、本明細書でさらに説明されるように、材料片１０１のすべてまたは一部の特定のタイプの識別（例えば、分類）を実行するようにさらにまたは代替的に構成されてもよい。例えば、そのような視覚システム１１０は、材料片１０１のそれぞれについての情報を捕捉または取得するために利用され得る。例えば、視覚システム１１０は、本明細書に記載されるように、材料片１０１を１つまたは複数の特性（例えば、物理的および／または化学的および／または放射性物質など）のセットに応じて分類／区別し、選択的に分別するために、システム１００内で利用できる材料片から任意のタイプの情報を捕捉または収集するように（例えば、人工知能（「ＡＩ」）システムを用いて）構成され得る。本開示の特定の実施形態によれば、視覚システム１１０は、例えば、一般的なデジタルカメラやビデオ機器で使用されている光学センサを使用することにより、材料片１０１のそれぞれの視覚画像（一次元、二次元、三次元、またはホログラフィック画像を含む）を捕捉するように構成され得る。光学センサによって捕捉されたこのような視覚画像は、スペクトル画像データとしてメモリデバイスに保存される（例えば、画像データパケットとして初期化される）。本開示の特定の実施形態によれば、そのようなスペクトル画像データは、光の光学波長（すなわち、典型的な人間の目によって観察可能な光の波長）内で捕捉された画像を表すことができる。ただし、本開示の代替実施形態は、人間の目の視覚波長の外側の光の波長で構成される材料の画像を捕捉するように構成されたセンサシステムを利用することができる。

#### 【００３１】

本開示の代替実施形態によれば、システム１００は、材料片１０１を分類／識別／区別するために、単独で、または視覚システム１１０と組み合わせて利用することができる、１つまたは複数のセンサシステム１２０を用いて実装することができる。センサシステム１２０は、照射または反射された電磁放射線を利用する（例えば、前述のいずれかを使用した１次元、２次元、または３次元撮像を含む、赤外線（「ＩＲ」）、フーリエ変換ＩＲ（「ＦＴＩＲ」）、前方赤外線（「ＦＬＩＲ」）、極近赤外線（「ＶＮＩＲ」）、近赤外線（「ＮＩＲ」）、短波長赤外線（「ＳＷＩＲ」）、長波長赤外線（「ＬＷＩＲ」）、中波長赤外線（「ＭＷＩＲ」または「ＭＩＲ」）、Ｘ線透過（「ＸＲＴ」）、ガンマ線、紫外線（「ＵＶ」）、蛍光Ｘ線（「ＸＲＦ」）、レーザー誘起ブレイクダウン分光法（「ＬＩＢＳ」）、ラマン分光法、アンチストークスラマン分光法、ガンマ分光法、ハイパースペクトル分光法（例えば、可視波長を超える範囲）、音響分光法、ＮＭＲ分光法、マイクロ波分光法、テラヘルツ分光法を利用する）センサを含む、任意のタイプのセンサ技術で、あるいは化学的または放射性物質を含むがこれらに限定されない他のタイプのセンサ技術により、構成され得る。ＸＲＦシステム（例えば、本明細書のセンサシステム１２０として使用する）の実装については、米国特許第１０，２０７，２９６号にさらに記載されている。したがって、本明細書の説明の特定の文脈では、センサシステムへの言及は視覚

10

20

30

40

50

システムを指す場合があることに留意されたい。それにも関わらず、本明細書に開示される視覚およびセンサシステムのいずれも、材料片のそれぞれに特に関連する情報（例えば、特性）を収集または捕捉するように構成されてもよく、それにより、その捕捉された情報は、材料片の特定のものを識別／分類／区別するために利用され得る。

#### 【0032】

本開示の特定の実施形態によれば、コンベヤシステム上の他の材料によって部分的に遮られている、あるいは実質的にまたは完全に遮られているライブエアバッグモジュールを識別するのに役立つように、複数の光学カメラおよび／またはセンサシステムを、異なる角度で使用することも含めて使用することができる。本開示の特定の実施形態によれば、複数のカメラおよび／またはセンサシステムを使用して3D情報を作成し、2Dデータで可能であるよりもさらに有用な情報を生成することができる。2Dまたは3DデータをAIシステムで使用してデータを収集できる。

10

#### 【0033】

本開示の特定の実施形態によれば、カメラおよび／またはセンサシステムの代わりに、Lidarシステム（「光検出および測距」または「レーザー撮像、検出、および測距」）を使用することができる。本開示の特定の実施形態によれば、走査レーザーを使用してスクラップの流れの3Dデータを収集することができる。レーザーベースの3Dデータはニューラルネットワークで使用され、ライブエアバッグモジュールを識別する。

#### 【0034】

図1は視覚システム110と1つまたは複数のセンサシステム120の組み合わせで示されているが、本開示の実施形態は、本明細書に開示されるセンサ技術のいずれか、または現在利用可能な、または将来開発される他のセンサ技術を利用するセンサシステムの任意の組み合わせで実装され得ることに留意されたい。図1は、1つまたは複数のセンサシステム120を含むように示されているが、そのようなセンサシステムの実装は、本開示の特定の実施形態内では任意である。本開示の特定の実施形態では、視覚システム110と1つまたは複数のセンサシステム120の両方の組み合わせを使用して材料片101を分類することができる。本開示の特定の実施形態では、本明細書に開示される1つまたは複数の異なるセンサ技術の任意の組み合わせを使用して、視覚システム110を利用せずに材料片101を分類することができる。さらに、本開示の実施形態は、センサ／視覚システムの出力が、材料の不均一な混合物から材料を分類／識別するために、AIシステム内で処理され（本明細書でさらに開示されるように）、その後相互に分別され得る1つまたは複数のセンサシステムおよび／または視覚システムの任意の組み合わせを含み得る。

20

30

#### 【0035】

本開示の特定の実施形態では、材料片追跡装置111および付随する制御システム112は、移動コンベヤシステム103上の各材料片101の位置（すなわち、位置およびタイミング）とともに、材料片追跡装置111の近傍を通過する材料片101のそれぞれのサイズおよび／または形状を測定するように利用および構成され得る。このような材料片追跡装置111および制御システム112の例示的な動作は、米国特許第10,207,296号にさらに記載されている。代替的に、以前に開示したように、視覚システム110は、コンベヤシステム103によって輸送される材料片101のそれぞれの位置（すなわち、位置およびタイミング）を追跡するために利用されてもよい。したがって、本開示の特定の実施形態は、材料片を追跡するための材料片追跡装置（例えば、材料片追跡装置111）なしで実装されてもよい。

40

#### 【0036】

このような距離測定装置111は、よく知られた可視光（例えば、レーザー光）システムを用いて実装することができ、このシステムは、レーザー光システムの検出器に反射される前に光が進む距離を連続的に測定する。したがって、材料片101のそれぞれが装置111の近傍を通過すると、装置111は、そのような距離測定値を示す信号を制御システム112に出力する。したがって、そのような信号は実質的に断続的な一連のパルスを表す可能性があり、それにより、信号のベースラインは、材料片101が装置111の近

50

くはないときの、距離測定装置 111 とコンベヤベルト 103 との間の距離の測定の結果として生成され、各パルスは、距離測定装置 111 とコンベヤベルト 103 上を通過する材料片 101 との間の距離の測定値を提供する。

#### 【0037】

1 つまたは複数のセンサシステム 120 を実装する本開示の特定の実施形態では、センサシステム 120 は、視覚システム 110 が材料片 101 のそれぞれの化学組成、相対的な化学組成、および／または製造タイプを、材料片 101 がセンサシステム 120 の近傍を通過するときに識別するのを支援するように構成され得る。センサシステム 120 は、例えば、材料片 101 のそれぞれからの応答を刺激するために、電源 122 によって電力を供給され得るエネルギー放出源 121 を含み得る。

#### 【0038】

本開示の特定の実施形態では、各材料片 101 が放射源 121 の近傍を通過するとき、センサシステム 120 は材料片 101 に向けて適切な感知信号を放射することができる。1 つまたは複数の検出器 124 は、利用されるセンサ技術のタイプに適切な形式で材料片 101 から 1 つまたは複数の特性を感知／検出するように配置および構成され得る。1 つまたは複数の検出器 124 および関連する検出器電子機器 125 は、これらの受信された感知された特性を捕捉して信号処理を実行し、感知された特性を表すデジタル化された情報（例えば、スペクトルデータ）を生成し、次いで、情報は、本開示の特定の実施形態に従って分析され、材料片 101 のそれぞれを分類するために使用され得る。この分類は、コンピュータシステム 107 内で実行することができ、その後、決定された分類に従って材料片 101 を 1 つまたは複数の  $N$  ( $N > 1$ ) 分別容器 136 … 139 に分別（例えば、除去／方向転換／排出）するための分別装置の  $N$  ( $N > 1$ ) 個の分別装置 126 … 129 のうちの 1 つを作動させるために、自動制御システム 108 によって利用され得る。4 つの分別装置 126 … 129 と、これらの分別装置に関連付けられた 4 つの分別容器 136 … 139 が、単なる非限定的な例として図 1 に示されている。

#### 【0039】

本明細書で説明するように、本開示の実施形態は、スクラップ片の移動ストリーム内でライブエアバッグモジュールを識別し（例えば、ライブエアバッグモジュールを他の自動車スクラップ片から区別し）、これらのライブエアバッグモジュールがコンベヤシステムから除去／方向転換／排出されるように分別するように構成される。

#### 【0040】

分別装置は、ライブエアバッグモジュールとして識別された選択された材料片 101 を、材料片 101 をベルトコンベヤシステムから 1 つまたは複数の分別容器に方向転換することを含むがこれに限定されない所望の位置に向けて除去／方向転換／排出するための任意の周知の分別機構を含むことができる。本開示の特定の実施形態によれば、たとえ残りのスクラップの流れから 1 つまたは複数の他の材料片が失われることを意味するとしても、ライブエアバッグモジュールを除去／方向転換／排出することがより重要である可能性があるため、ライブエアバッグモジュールをコンベヤシステムから除去／方向転換／排出するための分別機構は、ライブエアバッグモジュールの近傍にある他の材料片もライブエアバッグモジュールとともにコンベヤシステムから除去されるか、方向転換されるか、排出されるかに関係なく、エアバッグをコンベヤシステムから除去／方向転換／排出するように構成され得る。例えば、図 6 A、図 6 B、または図 7 のいずれかを参照すると、ライブエアバッグモジュールの近傍に他のスクラップ片があることが容易に分かる。このような場合、分類されたライブエアバッグモジュールの近傍にある他のスクラップ片は、分別機構による方向転換動作が十分に正確でない危険を冒して、分類されたライブエアバッグモジュールのみを方向転換しようとし、その結果、分類されたライブエアバッグモジュールがスクラップ片の流れから除去されないことになるよりも、ライブエアバッグモジュールをスクラップ片の流れから取り除くことが重要であるため、コンベヤベルトから分類されたライブエアバッグモジュールとともに指定された容器に方向転換されてもよい。

#### 【0041】

材料片を除去／方向転換／排出するために使用できる機構には、コンベヤベルトから材料片をロボットで除去することや、コンベヤベルトから材料片を押し出す（例えば、ペイントブラシタイプのプランジャを使用）こと、コンベヤシステム１０３に材料片が落下する可能性のある開口部（例えばトラップドア）を生じさせること、または、エアジェットを使用して、コンベヤベルトの端から材料片が落ちるときに材料片を別々の容器に分離することが含まれる。プッシャ装置という用語は、本明細書で使用される場合、適切なタイプの機械的押し機構（ＡＣＭＥスクリュードライブなど）、空気圧押し機構、またはエアジェット押し機構など、空気圧、機械式、油圧式、真空アクチュエータ、またはその他の手段を使用して、コンベヤシステム／装置上またはコンベヤシステム／装置から物体を動的に移動させるために作動させることができる任意の形態の装置を指すことができる。

10

#### 【００４２】

本開示の特定の実施形態によれば、ライブエアバッグモジュールが作動して膨張／爆発しないように、ライブエアバッグモジュールは、比較的「穏やかな」方法でコンベヤシステムから除去／方向転換／排出される必要があり得る。本開示の特定の実施形態によれば、コンベヤシステムからライブエアバッグモジュールを除去／方向転換／排出するための任意の技術を利用することができ、その場合、除去／方向転換／排出が実行される力は、ライブエアバッグモジュールが膨張したり爆発したりするため、ライブエアバッグモジュールの作動をもたらないように構成される。例えば、分別は、ライブエアバッグモジュールを作動させないように構成された方向転換力を使用して、ライブエアバッグモジュールを容器に方向転換する分別機構によって実行されてもよい。したがって、分別機構は、ライブエアバッグモジュールを移動させるのに十分な力でライブエアバッグモジュールをコンベヤベルトからそらしながら、そのようなライブエアバッグモジュールを作動させることが知られているよりも少ない力を利用するように構成することができる。もちろん、これは試行錯誤を使用して決定できる。本開示の特定の実施形態によれば、そのような分別機構はペイントブラシタイプのプランジャであってもよい。

20

#### 【００４３】

ロボットによる除去は、スチュワートプラットフォーム、デルタロボット、多爪グリッパなど、何らかの適切なロボットアームによって実行できる。

#### 【００４４】

材料片１０１（例えば、ライブエアバッグモジュール）が除去される／方向転換される／排出されるＮ個の分別容器１３６…１３９に加えて、システム１００は、コンベヤシステム１０３から前述の分別容器１３６…１３９のいずれにも方向転換／排出されなかった材料片１０１（例えば、残りの自動車スクラップ片）を受け入れる容器１４０を含むこともできる。

30

#### 【００４５】

所望の材料片の様々な分類に応じて、複数の分類を単一の分別装置および関連する分別容器にマッピングできる。言い換えれば、分類と分別容器の間に１対１の相関関係がある必要はない。例えば、ユーザは特定の分類の材料（例えば、ライブエアバッグモジュールやその他のタイプの材料）を同じ分別容器に分別することを希望する場合がある。この分別を達成するために、材料片１０１が所定の分類グループに該当するものとして分類されるとき、同じ分別装置が作動してこれらを同じ分別容器に分別することができる。このような組み合わせの分別は、分別された材料片の任意の所望の組み合わせを生成するために適用され得る。分類のマッピングは、そのような所望の組み合わせを生成するために、ユーザによって（例えば、コンピュータシステム１０７によって操作されるアルゴリズムを使用して）プログラムされてもよい。さらに、材料片の分類はユーザが定義可能であり、材料片の特定の既知の分類に限定されない。

40

#### 【００４６】

コンベヤシステム１０３は、未分類の材料片がシステム１００の先頭に戻され、再びシステム１００を通過するように円形コンベヤ（図示せず）を含んでもよい。さらに、システム１００は、コンベヤシステム１０３上を移動する各材料片１０１を具体的に追跡でき

50

るため、システム１００による所定回数のサイクル（または材料片１０１が容器１４０に収集された）後にシステム１００が分類に失敗しないように（例えば、所定の閾値によりライブエアバッグモジュールとして分類されなかった材料片であるが、ユーザが、ライブエアバッグモジュールのすべてまたは実質的にすべてが除去／誘導／排出される可能性を高めるために、ライブエアバッグモジュールの分類に所定の閾値を下回る特定の値が割り当てられた材料片をライブエアバッグモジュールとして分類することを望んでいる）、材料片１０１を除去／誘導／排出するために、何らかの分別装置（例えば、分別装置１２９）を実装することができる。

#### 【００４７】

図２Ａ～図２Ｃに例示されるように、本明細書で説明されるシステムおよび方法は、様々なサイズのいずれかを有する個々のエアバッグモジュールを分類および／または分別するために適用され得る。

#### 【００４８】

前述したように、本開示の特定の実施形態は、材料片を識別、追跡、および／または分類するために、１つまたは複数の視覚システム（例えば、視覚システム１１０）を実装することができる。本開示の実施形態によれば、このような視覚システムは、材料片を識別および／または分類および分別するために単独で動作してもよいし、材料片を識別および／または分類および分別するためにセンサシステム（例えば、センサシステム１２０）と組み合わせて動作してもよい。システム（例えば、システム１００）がそのような視覚システム１１０のみで動作するように構成されている場合、センサシステム１２０はシステム１００から省略されてもよい（または単に停止されてもよい）。

#### 【００４９】

このような視覚システムは、コンベヤシステム上を通過する材料片の画像を捕捉または取得するための１つまたは複数のデバイスで構成されてもよい。デバイスは、可視光、赤外線（「ＩＲ」）、紫外線（「ＵＶ」）の光を含むがこれらに限定されない、材料片によって照射または反射される任意の所望の波長範囲を捕捉または取得するように構成されてもよい。例えば、視覚システムは、材料片がセンサシステムを通過するときに材料片の画像が捕捉されるように、コンベヤシステムの近く（例えば上）に配置された１つまたは複数のカメラ（静止画および／またはビデオ、いずれも２次元、３次元、および／またはホログラフィック画像を捕捉するように構成され得る）を用いて構成され得る。本開示の代替的な実施形態によれば、センサシステム１２０によって捕捉されたデータは、材料片の分類／分別のために（単独で、または視覚システム１１０によって捕捉された画像データと組み合わせて）利用されるデータに処理（変換）され得る。このような実装は、材料片を分類するためのセンサシステム１２０の利用の代わりに、またはセンサシステム１２０の利用と組み合わせてよい。

#### 【００５０】

材料片の感知された特徴／情報のタイプに関係なく、次に、情報は、材料片を識別および／または分類するために、コンピュータシステム（例えば、コンピュータシステム１０７）に送信されて（例えば、ＡＩシステムによって）処理されてもよい。ＡＩシステムは、任意の既知のＡＩシステム（例えば、狭義人工知能（「ＡＮＩ」）、人工汎用知能（「ＡＧＩ」）、および人工超知能（「ＡＳＩ」））、またはまだ開発されていないその派生システム、ニューラルネットワーク（例えば、人工ニューラルネットワーク、深層ニューラルネットワーク、畳み込みニューラルネットワーク、リカレントニューラルネットワーク、オートエンコーダ、強化学習など）を実装するものを含む機械学習システム、教師あり学習、教師なし学習、半教師あり学習、強化学習、自己学習、特徴学習、スパース辞書学習、異常検出、ロボット学習、相関ルール学習、ファジーロジック、深層学習アルゴリズム、深層構造学習の階層学習アルゴリズム、を実装した機械学習システム、エクストリーム学習マシン、サポートベクターマシン（「ＳＶＭ」）（線形ＳＶＭ、非線形ＳＶＭ、ＳＶＭ回帰など）、決定木の学習（分類および回帰木（「ＣＡＲＴ」）など）、アンサンブル手法（アンサンブル学習、ランダムフォレスト、バギングとペースト、パッチとサブ

10

20

30

40

50

スペース、プースティング、スタッキングなど）、次元削減（例えば、射影、多様体学習、主成分分析など）、および／または深層機械学習アルゴリズム、を実装することができる。本開示の実施形態内で利用することができる公的に入手可能な機械学習ソフトウェアおよびライブラリの非限定的な例としては、Python、OpenCV、Inception、Theano、Torch、PyTorch、Pylearn2、Numpy、Blocks、TensorFlow、MXNet、Caffe、Lasagne、Keras、Chainer、Matlab Deep Learning、CNTK、MatConvNet（コンピュータ視覚アプリケーション用の畳み込みニューラルネットワークを実装するMATLABツールボックス）、DeepLearnToolbox（深層学習用のMatlabツールボックス（Rasmus Berg Palm製））、BigDL、Cuda-Convnet（畳み込み（より一般的にはフィードフォワード）ニューラルネットワークの高速C++／CUDA実装）、Deep Belief Networks、RNNLM、RNNLIB-RNNLIB、matrbm、deeplearning4j、Eblearn.lsh、deepmat、MShadow、Matplotlib、SciPy、CXXNET、Nengo-Nengo、Eblearn、cudamat、Gnumpy、3方向因数分解RBMおよびmcRBM、mPoT（CUDAMatおよびGnumpyを使用して自然画像のモデルを訓練するPythonコード）、ConvNet、Elektronn、OpenNN、NeuralDesigner、Theano一般化ヘビアン学習、Apache Singa、Lightnet、およびSimpleDNNが挙げられる。

#### 【0051】

本開示の実施形態によれば、材料片101のそれぞれの識別および／または分類は、セマンティックセグメンテーションを実装するAIシステムによって実行され得る。ただし、マスクR-CNN（Pythonコードなど）などの画像セグメンテーション、パノプティックセグメンテーション、インスタンスセグメンテーション、ブロックセグメンテーション、バウンディングボックスアルゴリズムなど、他の実装を利用することもできる。

#### 【0052】

画像セグメンテーションは、他の材料片によって部分的に遮られている材料片を識別／分類することができる。図6Aおよび図7は、1つまたは複数のライブエアバッグモジュールが部分的に遮られているが、本開示の実施形態によって（図7に示すように）ライブエアバッグモジュールとして識別／分類できるようにし、したがって、AIシステムが何らかの形式の画像セグメンテーションアルゴリズムを実装している場合など、他の自動車スクラップ片とは区別される、互いに重なり合う材料片の例示的な画像を示す。

#### 【0053】

AIシステムの構成は複数の段階で行われることがよくある。例えば、最初に訓練が行われるが、この訓練は、材料片の実際の分類／分別を実行するためにシステム100が利用されないという点でオフラインで実行することができる。システム100は、材料片（すなわち、同じタイプまたはクラスの方法を有する）の均質なセット（本明細書では制御サンプルとも呼ばれる）がシステム100を通過することができるという点で、AIシステムを訓練するために（例えば、コンベヤシステム103によって）利用されてもよく、そして、そのようなすべての材料片は分別されなくてもよいし、共通の容器（例えば、容器140）に集められてもよい。代替的に、訓練は、材料片の制御セットの感知情報（特性）を収集するための何らかの他の機構を使用することを含めて、システム100から離れた別の場所で実行されてもよい。この訓練段階では、AIシステム内のアルゴリズムが、捕捉された情報から特徴を抽出する（例えば、当技術分野でよく知られている画像処理技術を使用して）。訓練アルゴリズムの非限定的な例には、線形回帰、勾配降下法、フィードフォワード、多項式回帰、学習曲線、正則化学習モデル、ロジスティック回帰が含まれるが、これらに限定されない。さらに、訓練には、データのキュレーション、データの編成、データのラベル付け、半合成データの構成、合成データの生成、データの拡張、およびAIシステムに教えられる「カリキュラム」（訓練または制御セットなど）の準備に

関するその他の活動（例えば、その目的のために設計された別の機器を使用したオフマシン訓練や、完全にコンピュータのメモリ内で行われる「機器を使用しない」訓練（シミュレーション、拡張など））が含まれ得る。ＡＩシステム内のアルゴリズムが材料とその特徴／特性（例えば、視覚システムおよび／またはセンサシステムによって捕捉されたもの）の間の関係を学習し、システム１００によって受け取られた材料片の不均一混合物を後で分類するための知識ベースであって、その後、所望の分類によって分類され得る知識ベースを作成するのは、この訓練段階である。このような知識ベースには、１つまたは複数のライブラリが含まれていてもよく、各ライブラリには、材料片を分類する際にＡＩシステムによって利用されるパラメータ（例えば、ニューラルネットワークパラメータ）が含まれる。例えば、ある特定のライブラリには、エアバッグモジュールを認識して分類するために訓練段階で構成されたパラメータが含まれ得る。本開示の特定の実施形態によれば、このようなライブラリはＡＩシステムに入力されてもよく、そして、システム１００のユーザは、システム１００の動作を調整するため（例えば、ＡＩシステムが材料の混合物（例えば、自動車のスクラップ片の移動の流れ）からライブエアバッグモジュールをどの程度適切に識別／分類し、区別するかについての閾値有効性を調整するため）、パラメータのうちの特定のパラメータを調整できる場合がある。

#### 【００５４】

図２Ａ～図２Ｂの例示的な画像に示されているように、訓練段階中、ＡＩシステム内のアルゴリズムが、そのようなタイプまたはクラスの材料を表す特徴を検出、抽出、学習できるようにするため、本明細書では１つまたは複数の制御サンプルのセットと呼ばれ得る１つまたは複数のライブエアバッグモジュールの例が、（例えば、コンベアシステムによって）視覚システムおよび／または１つまたは複数のセンサシステムを通過して送達され得る。例えば、ライブエアバッグモジュールのそれぞれは、ＡＩシステム内のアルゴリズムがライブエアバッグモジュールの検出、認識、分類方法を「学習」する（訓練される）ように、このような訓練段階を通過する（図２Ｃを参照）。視覚システム（例えば、視覚システム１１０）を訓練する場合、材料片を視覚的に識別するように訓練される。これにより、ライブエアバッグモジュールに特有のパラメータのライブラリが作成される。次に、例えば、特定のクラスまたはタイプの金属合金（またはライブエアバッグモジュールではない自動車スクラップ片の混合物）に対して同じ処理を実行し、金属合金のそのクラスまたはタイプに特有のパラメータのライブラリを作成するなどすることができる。システムによって分類される材料のクラスまたはタイプごとに、そのクラスまたはタイプの材料の任意の数の例示的な材料片が、視覚システムおよび／または１つまたは複数のセンサシステムによって通過され得る。捕捉された画像またはその他の捕捉された特性が入力データとして与えられると、ＡＩアルゴリズムはＮ個の分類器を使用することがあり、それぞれがＮ個の異なる材料クラスまたはタイプの１つをテストする。

#### 【００５５】

アルゴリズムが確立され、ＡＩシステムが材料分類の違い（例えば、視覚的に認識できる違い）を（例えば、ユーザ定義の統計的信頼レベル内で）十分に学習（訓練）した後、次いで、異なる材料分類のライブラリは、材料片の不均一混合物（例えば、自動車のスクラップ片の流れ）から材料片（例えば、ライブエアバッグモジュール）を識別および／または分類し、次いで、そのような分類された材料片を分別するために使用される材料分類／分別システム（例えば、システム１００）に実装される。

#### 【００５６】

ＡＩシステムを構築、最適化、利用するための技術は、関連文献に記載されているように当業者には既知である。このような文献の例には、非特許文献１および非特許文献２が含まれ、これらは両方とも、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

#### 【００５７】

例示的な技術では、特定の材料片（例えば、実際のエアバッグモジュール）に関して視覚またはセンサシステムによって捕捉されたデータは、（ＡＩシステムを実装する（構成された）データ処理システム（例えば、図１０のデータ処理システム３４００）内で）デ

ータ値の配列として処理され得る。例えば、データは、特定の材料片に関してデジタルカメラまたは他のタイプのセンサシステムによって捕捉され、データ値の配列（例えば、画像データパケット）として処理されるスペクトルデータであってもよい。各データ値は、単一の数値で表すことも、値を表す一連の数値として表すこともできる。これらの値は、ニューロンの重みパラメータで乗算されてもよく（例えば、ニューラルネットワークを使用して）、バイアスが追加されてもよい。これはニューロンの非線形性に影響を与え得る。ニューロンによって出力された結果の数値は、この出力に後続のニューロンの重み値を乗算し、任意選択でバイアスを追加し、再びニューロンの非線形性に影響を与えることで、値と同じように扱うことができる。このような処理の各反復は、ニューラルネットワークの「層」として知られている。最終層の最終出力は、材料片に関連する捕捉されたデータ内に材料が存在するか存在しないかの確率として解釈され得る。このような処理の例は、前述の参考文献「ImageNet Classification with Deep Convolutional Networks」と「Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition」の両方で詳しく説明されている。本開示の実施形態によれば、捕捉された自動車スクラップの視覚画像には、捕捉された視覚画像がライブエアバッグモジュールに似た視覚的特徴が含まれているため、AIシステムが自動車スクラップ片をライブエアバッグモジュールとして分類するようにバイアスを構成することができる。バイアスは、所定の閾値（例えば、95%）より大きい割合で偽陽性が偽陰性よりも多く発生するように構成されてもよい。偽陽性とは、実際にはそうではないのに、分類の結果、自動車のスクラップ片がライブエアバッグモジュールであると識別されてしまう例である（自動車のスクラップ片が物理的にライブエアバッグモジュールに似ている場合など）。偽陰性とは、分類の結果、ライブエアバッグモジュールを識別できない場合の例である。自動車スクラップ片の流れからライブエアバッグモジュールを取り除くことが極めて重要であるため、AIシステムの分類アルゴリズムに構成された偽陽性と偽陰性の所定の非常に高い比率を設定しても、スクラップ片の流れから他の自動車スクラップ片が削除される可能性がある場合でも、許容され得る。

【0058】

ニューラルネットワークが最終層（「分類層」）として実装される本開示の特定の実施形態によれば、ニューロンの出力の最終セットは、材料片（「エアバッグモジュール」など）が捕捉されたデータに関連付けられている可能性を表すように訓練される。動作中、材料片が捕捉されたデータに関連付けられている可能性がユーザ指定の閾値を超えている場合、特定の材料片が捕捉されたデータに実際に関連付けられていると判定される。これらの技術を拡張して、特定の捕捉されたデータに関連付けられたあるタイプの材料の存在だけでなく、特定の捕捉されたデータのサブ領域が1つのタイプの材料に属するか、または別のタイプの材料に属するかを判定することもできる。この処理はセグメンテーションとして知られており、「完全畳み込み」ニューラルネットワークとして知られるニューラルネットワークや、完全に畳み込みではないにしても畳み込み部分を含む（すなわち、部分的に畳み込みである）ネットワークなど、ニューラルネットワークを使用する技術が文献に存在する。これにより、材料の位置およびサイズを判定できるようになる。例には、画像セグメンテーションを実装するマスクRCNNが含まれる。

【0059】

本開示はAI技術にのみ限定されるものではないことを理解されたい。材料の分類／識別のための他の一般的な手法も使用できる。例えば、センサシステムは、マルチスペクトルカメラまたはハイパースペクトルカメラを使用した分光分析技術を利用して、材料のスペクトル放射（すなわち、スペクトル撮像）を調べることによってあるタイプの材料（例えば、1つまたは複数の特定の元素を含む）の存在または不在を示す信号を提供し得る。テンプレートマッチングアルゴリズムでは材料片（例えば、エアバッグモジュールなど）のスペクトル画像も使用される場合があり、このアルゴリズムでは、スペクトル画像のデータベースが取得されたスペクトル画像と比較され、そのデータベースから特定のタイプ

の材料の有無が検出される。捕捉されたスペクトル画像のヒストグラムをヒストグラムのデータベースと比較することもできる。同様に、バッグオブワードモデルをスケール不変特徴変換（「SIFT: scale-invariant feature transform」）などの特徴抽出技術とともに使用して、捕捉された画像とデータベース内のものを比較してもよい。本開示の特定の実施形態によれば、材料片の制御サンプルが視覚システムおよび／またはセンサシステムによって渡される訓練段階を利用する代わりに、機械学習システムの訓練は、ラベル付け／注釈技術（またはその他の教師あり学習技術）を利用して実行でき、これにより、材料片のデータ／情報が視覚／センサシステムによって捕捉されるため、ユーザは、各材料片（ライブエアバッグモジュールなど）を識別するラベルまたは注釈であって、材料片の異種混合内で材料片を分類するときに機械学習システムが使用するライブラリを作成するために使用されるラベルまたは注釈を入力する。換言すれば、あるクラスの材料の1つまたは複数のサンプルから捕捉された特性の事前に生成された知識ベースは、本明細書に開示される技術のいずれかによって達成することができ、それにより、そのような知識ベースは材料を自動的に分類するために利用される。

#### 【0060】

したがって、本明細書に開示されているように、本開示の特定の実施形態は、どの材料片（例えば、ライブエアバッグモジュール）が定義されたグループ内のコンベヤシステムから方向転換されるべきかを判定するために、1つまたは複数の異なるタイプまたはクラスの材料の識別／分類を提供する。特定の実施形態によれば、AI技術は、様々な1つまたは複数の異なるクラスまたはタイプの材料を識別するためにニューラルネットワークを訓練する（すなわち、構成する）ために利用される。材料（例えば、コンベヤシステム上を移動するもの）からスペクトル画像やその他のタイプの感知情報が捕捉され、そしてそのような材料の識別／分類に基づいて、本明細書に記載のシステムは、どの材料片をコンベヤシステム上に残しておき、どの材料片をコンベヤシステムから方向転換／除去すべきかを判定することができる（例えば、収集容器に入れるか、別のコンベヤシステムに方向転換するか）。

#### 【0061】

ここで言及すべき点の1つは、本開示の特定の実施形態によれば、材料片の収集／捕捉／検出／抽出された特徴／特性（例えば、スペクトル画像）は、必ずしも単に特に識別可能または識別可能な物理的特性である必要はなく、それらは、数学的にのみ表現できる抽象的な公式である場合もあれば、まったく数学的に表現できない場合もあり、それにもかかわらず、AIシステムはスペクトルデータを解析して、訓練段階で制御サンプルを分類できるパターンを探るように構成され得る。さらに、機械学習システムは、材料片の捕捉された情報（例えば、スペクトル画像など）のサブセクションを取得し、事前に定義された分類間の相関関係を見つけようとし得る。

#### 【0062】

本開示の特定の実施形態によれば、材料片の制御サンプルが視覚システムおよび／またはセンサシステムによって渡される訓練段階を利用する代わりに、AIシステムの訓練は、ラベル付け／注釈技術（またはその他の教師あり学習技術）を利用して実行でき、これにより、材料片（例えば、ライブエアバッグモジュール）のデータ／情報が視覚／センサシステムによって捕捉され、ユーザは、各材料片を識別するラベルまたは注釈であって、材料片の異種混合内で材料片を分類する際にAIシステムが使用するライブラリの作成に使用されるラベルまたは注釈を入力する。

#### 【0063】

本開示の特定の実施形態によれば、本明細書に開示されるセンサシステム120のいずれかによって出力される任意の感知された特性は、材料を分類および／または分別するためにAIシステムに入力され得る。例えば、教師あり学習を実装するAIシステムでは、特定のタイプまたは材料の組成（例えば、ライブエアバッグモジュール）を一意に特徴付けるセンサシステム120の出力を、AIシステムを訓練するために使用することができる。

## 【0064】

図3は、本開示の特定の実施形態による、視覚システムおよび／または1つまたは複数のセンサシステムを利用して材料片を分類／分別する処理3500の例示的な実施形態を示すフローチャート図を示す。処理3500は、図1のシステム100を含む、本明細書に記載される本開示の任意の実施形態内で動作するように構成され得る。処理3500の動作は、システム（例えば、図1のコンピュータシステム107、視覚システム110、および／またはセンサシステム120）を制御するコンピュータシステム（例えば、図5のコンピュータシステム3400）内を含むハードウェアおよび／またはソフトウェアによって実行され得る。処理ブロック3501では、材料片（例えば、自動車スクラップ片の混合物）は、図6Aおよび図6Bに示されるようなコンベヤシステム上に堆積され得る。処理ブロック3502では、各材料片がシステム100を通して移動する際の各材料片を追跡するために、各材料片のコンベヤシステム上の位置が検出される。これは、視覚システム110によって（例えば、コンベヤシステム位置検出器（例えば、位置検出器105）と通信しながら、下にあるコンベヤシステム材料から材料片を区別することによって）実行され得る。代替的に、材料片を追跡するために材料片追跡装置111を使用することもできる。または、光源（可視光、UV、およびIRを含むがこれらに限定されない）を生成でき、材料片の位置を特定するために使用できる検出器を備えたシステムを使用することもできる。処理ブロック3503では、材料片が視覚システムおよび／またはセンサシステムのうちの1つまたは複数の近くを移動すると、材料片の感知された情報／特性が捕捉／取得される。処理ブロック3504では、前述したような視覚システム（例えば、コンピュータシステム107内に実装される）は、捕捉された情報の前処理を実行してもよく、捕捉された情報を利用して材料片のそれぞれの情報を検出（抽出）することができる（例えば、背景（例えば、ベルトコンベア）から；言い換えれば、材料片と背景との違いを識別するために前処理が利用され得る）。拡張、閾値処理、輪郭化などのよく知られた画像処理技術を利用して、材料片を背景から区別できるものとして識別することができる。処理ブロック3505では、セグメンテーションが実行され得る。例えば、捕捉された情報には、1つまたは複数の材料片に関する情報が含まれ得る。さらに、画像が捕捉されるときに、特定の材料片がコンベアベルトの継ぎ目に位置する可能性がある。したがって、このような場合には、画像の背景から個々の材料片の画像を分離することが望ましい場合がある。処理ブロック3505の例示的な技術では、第1のステップは、画像の高コントラストを適用することであり、このようにして、背景ピクセルは実質的にすべて黒色のピクセルに減らされ、材料片に関する少なくとも一部のピクセルは実質的にすべて白色のピクセルにまで明るくされる。材料片の白い画像ピクセルは、材料片全体のサイズをカバーするように拡張される。このステップを完了すると、材料片の位置は、黒い背景にすべて白いピクセルが配置された高コントラストの画像になる。次に、材料片の境界を検出するために輪郭アルゴリズムが利用され得る。境界情報が保存され、境界位置が元の画像に転送される。次に、元の画像の、以前に定義した境界よりも大きい領域でセグメンテーションが実行される。このようにして、材料片が識別され、背景から分離される。

## 【0065】

本開示の実施形態によれば、処理ブロック3505は、図7に示すような、材料片の不均一混合物内のエアバッグモジュールを識別するセマンティックセグメンテーション処理を実装することができる。代替的に、マスクR-CNNなどのインスタンスセグメンテーションまたはパノプティックセグメンテーションを利用することもできる。

## 【0066】

任意選択の処理ブロック3506では、材料片は、各材料片を追跡するため、および／または材料片のサイズおよび／または形状を決定するために、材料片追跡装置および／またはセンサシステムの近くでコンベヤシステムに沿って搬送されてもよく、これは、XRFシステムまたはその他の分光センサも分別システム内に実装されている場合に役立ち得る。処理ブロック3507では、後処理が実行され得る。後処理には、ニューラルネットワークでの使用に備えて、捕捉された情報／データのサイズ変更が含まれ得る。この後処

理には、材料片を分類および区別するＡＩシステムの機能を強化する方法で、特定の特性を変更する（例えば、画像のコントラストを強化する、画像の背景を変更する、フィルタを適用するなど）ことも含まれ得る。処理ブロック３５０９では、データのサイズが変更され得る。特定の状況下では、ニューラルネットワークなどの特定のＡＩシステムのデータ入力要件に合わせてデータのサイズ変更が望まれる場合がある。例えば、ニューラルネットワークでは、一般的なデジタルカメラで捕捉された画像のサイズよりもはるかに小さい画像サイズ（例えば、２２５×２５５ピクセルまたは２９９×２９９ピクセル）が必要な場合がある。さらに、入力データのサイズが小さいほど、分類の実行に必要な処理時間は短くなる。したがって、データサイズが小さいほど、最終的にシステム１００のスループットが向上し、その価値が増大し得る。

10

【００６７】

処理ブロック３５１０および３５１１では、各材料片が感知／検出された特徴に基づいて識別／分類される。例えば、処理ブロック３５１０は、抽出された特徴を、以前に生成された知識ベース（例えば、訓練段階中に生成された）に格納された特徴と比較する、１つまたは複数のアルゴリズムを使用するニューラルネットワークで構成されていてもよく、そして、そのような比較に基づいて、最も一致する分類を材料片のそれぞれに割り当てる。アルゴリズムは、自動的に訓練されたフィルタを使用して、捕捉した情報／データを階層的に処理してもよい。フィルタ応答は、最終ステップで確率が得られるまで、アルゴリズムの次のレベルで正常に結合される。処理ブロック３５１１では、これらの確率をＮ個の分類のそれぞれに対して使用して、それぞれの材料片をＮ個の分別容器のどれに分別すべきかを判定することができる。例えば、Ｎ個の分類のそれぞれを１つの分別容器に割り当てることができ、検討中の材料片は、事前に定義された閾値より大きい確率を返す分類に対応するその容器に分別される。本開示の実施形態では、そのような所定の閾値は、（例えば、偽陽性分類の数が偽陰性分類よりも実質的に多いことを保証するために）ユーザによって事前設定されてもよい。いずれの確率も所定の閾値よりも大きくない場合、特定の材料片は外れ値容器（例えば、分別容器１４０）に分類されてもよい。

20

【００６８】

次に、処理ブロック３５１２において、材料片の分類に対応して分別装置が起動される（例えば、分別装置に分別するように命令が送信される）。材料片の画像が捕捉された時刻と分別装置が作動する時刻との間に、材料片が視覚システムおよび／またはセンサシステムの近くからコンベヤシステムの下流の位置に移動した（例えば、コンベヤシステムの搬送速度で）。本開示の実施形態では、分別装置の起動は、材料片がその材料片の分類にマッピングされた分別装置を通過するときに分別装置が起動し、材料片がコンベヤシステムから（例えば、関連する分別容器に）除去／方向転換／排出されるようにタイミング調整される。本開示の実施形態では、分別装置の起動は、材料片が分別装置の前を通過するときを検出し、分別装置の起動を可能にする信号を送信するそれぞれの位置検出器によってタイミング調整され得る。処理ブロック３５１３では、起動された分別装置に対応する分別容器が、除去／方向転換／排出された材料片を受け取る。

30

【００６９】

図４は、本開示の特定の実施形態による、材料片を分別する処理４００の例示的な実施形態を示すフローチャート図を示す。処理４００は、図１のシステム１００を含む、本明細書に記載される本開示の任意の実施形態内で動作するように構成され得る。処理４００は、処理３５００と連携して動作するように構成されてもよい。例えば、本開示の特定の実施形態によれば、処理ブロック４０３および４０４は、材料片を分類および／または分別するべく、ＡＩシステムと連携して実装される視覚システム１１０の取り組みを、ＡＩシステムと連携して実装されないセンサシステム（例えば、センサシステム１２０）と組み合わせるために、処理３５００に組み込むことができる（例えば、処理ブロック３５０３～３５１０と直列または並列で動作する）。

40

【００７０】

処理４００の動作は、システム（例えば、図１のコンピュータシステム１０７）を制御

50

するコンピュータシステム（例えば、図5のコンピュータシステム3400）内を含むハードウェアおよび／またはソフトウェアによって実行され得る。処理ブロック401では、コンベヤシステム上に材料片を堆積することができる。次に、任意選択の処理ブロック402において、材料片は、各材料片を追跡し、および／または材料片のサイズおよび／または形状を判定するために、材料片追跡装置および／または光学画像システムの近傍内でコンベヤシステムに沿って搬送され得る。処理ブロック403では、材料片がセンサシステムの近くを移動すると、材料片は、EMエネルギー（波）またはセンサシステムで利用される特定のタイプのセンサ技術に適したその他のタイプの刺激で調べられるか、刺激され得る。処理ブロック404では、材料片の物理的特性がセンサシステムによって感知／検出され、捕捉される。処理ブロック405では、材料片の少なくとも一部について、材料のタイプは、捕捉された特性に（少なくとも部分的に）基づいて識別／分類され、視覚システム110と連動したAIシステムによる分類と組み合わせることができる。

#### 【0071】

次に、材料片の分別が実行される場合、処理ブロック406において、材料片の分類に対応する分別装置が起動される。材料片を感知してから分別装置が起動されるまでの間に、材料片は、コンベヤシステムの搬送速度で、センサシステムの近くからコンベヤシステムの下流の位置に移動した。本開示の特定の実施形態では、分別装置の起動は、材料片が材料片の分類にマッピングされた分別装置を通過すると、分別装置が起動され、材料片がコンベヤシステムからその関連する分別容器に除去／方向転換／排出されるようにタイミング調整される。本開示の特定の実施形態では、分別装置の起動は、材料片が分別装置の前を通過するときを検出し、分別装置の起動を可能にする信号を送信するそれぞれの位置検出器によってタイミング調整され得る。処理ブロック407では、起動した分別装置に対応する分別容器が、除去／方向転換／排出された材料片を受け取る。

#### 【0072】

本開示の特定の実施形態によれば、システム100の複数の少なくとも一部は、分別の複数の反復または層を実行するために連続して一緒にリンクされ得る。例えば、このように2つ以上のシステム100が連携する場合、コンベヤシステムは単一のコンベヤベルトまたは複数のコンベヤベルトで実装でき、材料片を、材料の不均一混合物の第1のセットの材料片を分別装置（例えば、第1の自動制御システム108および関連する1つまたは複数の分別装置126…129）によって1つまたは複数の容器（例えば、分別容器136…139）の第1のセットに分別するように構成された第1の視覚システム（および特定の実施形態によれば、センサシステム）を通過させて搬送し、そして、材料片を、第2の分別装置によって材料の不均一混合物の第2のセットの材料片を1つまたは複数の分別容器の第2のセットに分別するように構成された第2の視覚システム（および特定の実施形態によれば、別のセンサシステム）を通過させて搬送する。例えば、第1の分別システムは、第2の分別システムが2つ以上の金属合金を分別する前に、ライブエアバッグモジュールを分別して、自動車のスクラップ片の流れから安全に除去することができる。このような多段階分別のさらなる議論は、参照により本明細書に組み込まれる特許文献1に記載されている。

#### 【0073】

このような一連のシステム100は、そのような方法で相互にリンクされた任意の数のそのようなシステムを含むことができる。本開示の特定の実施形態によれば、各連続視覚システムは、前のシステムとは異なる分類またはタイプの材料を分別するように構成され得る。

#### 【0074】

本開示の様々な実施形態によれば、異なるタイプまたはクラスの方法は、それぞれAIシステムで使用するための異なるタイプのセンサによって分類されてもよく、スクラップまたは廃棄物の流れの中の材料片を分別するために組み合わせられる。

#### 【0075】

本開示の様々な実施形態によれば、2つ以上のセンサからのデータ（例えば、スペクト

ルデータ)は、材料片の分類を実行するために、単一または複数のAIシステムを使用して組み合わせることができる。

【0076】

本開示の様々な実施形態によれば、複数のセンサシステムを単一のコンベヤシステムに取り付けることができ、各センサシステムは異なるAIシステムを利用することができる。本開示の様々な実施形態によれば、複数のセンサシステムを異なるコンベヤシステムに取り付けることができ、各センサシステムは異なるAIシステムを利用することができる。

【0077】

ここで図5を参照すると、本開示の実施形態の態様が実装され得るデータ処理(「コンピュータ」)システム3400を示すブロック図が示されている。(「コンピュータ」、  
「システム」、  
「コンピュータシステム」、および「データ処理システム」という用語は、本明細書では同じ意味で使用される場合がある)。コンピュータシステム107、自動制御システム108、センサシステム120の態様、および/または視覚システム110は、コンピュータシステム3400と同様に構成され得る。コンピュータシステム3400は、ローカルバス3405(例えば、周辺構成要素相互接続(「PCI: peripheral component interconnect」)ローカルバスアーキテクチャ)を使用することができる。とりわけ、Accelerated Graphics Port(「AGP」)やIndustry Standard Architecture(「ISA」)など、任意の適切なバスアーキテクチャを利用できる。1つまたは複数のプロセッサ3415、揮発性メモリ3420、および不揮発性メモリ3435が、(例えば、PCIブリッジ(図示せず)を介して)ローカルバス3405に接続され得る。統合されたメモリコントローラおよびキャッシュメモリが、1つまたは複数のプロセッサ3415に結合され得る。1つまたは複数のプロセッサ3415は、1つまたは複数の中央プロセッサユニットおよび/または1つまたは複数のグラフィックスプロセッサユニットおよび/または1つまたは複数のテンソル処理ユニットを含み得る。ローカルバス3405への追加接続は、構成要素の直接相互接続またはアドインボードを通じて行うことができる。図示の例では、通信(例えば、ネットワーク(LAN))アダプタ3425、I/O(例えば、小型コンピュータシステムインターフェース(「SCSI」)ホストバス)アダプタ3430、および拡張バスインターフェース(図示せず)は、構成要素直接接続によってローカルバス3405に接続され得る。オーディオアダプタ(図示せず)、グラフィックスアダプタ(図示せず)、およびディスプレイアダプタ3416(ディスプレイ3440に結合された)は、(例えば、拡張スロットに挿入されたアドインボードによって)ローカルバス3405に接続され得る。

【0078】

ユーザインターフェースアダプタ3412は、キーボード3413およびマウス3414、モデム/ルータ(図示せず)、および追加のメモリ(図示せず)の接続を提供することができる。I/Oアダプタ3430は、ハードディスクドライブ3431、テープドライブ3432、およびCD-ROMドライブ(図示せず)への接続を提供することができる。

【0079】

1つまたは複数のオペレーティングシステムが、1つまたは複数のプロセッサ3415上で実行され、コンピュータシステム3400内の様々な構成要素を調整および制御するために使用され得る。図5では、オペレーティングシステムは市販のオペレーティングシステムであってもよい。オペレーティングシステムと連携してオブジェクト指向プログラミングシステム(例えば、Java、Pythonなど)が実行でき、システム3400上で実行されているプログラム(例えば、Java、Pythonなど)からオペレーティングシステムへの呼び出しを提供する。オペレーティングシステム、オブジェクト指向オペレーティングシステム、およびプログラムのための命令は、ハードディスクドライブ3431などの不揮発性メモリ3435記憶装置上に配置されてもよく、プロセッサ3415による実行のために揮発性メモリ3420にロードされてもよい。

## 【0080】

当業者であれば、図5のハードウェアが実装に応じて変わり得ることを理解するであろう。図5に示すハードウェアに加えて、またはその代わりに、フラッシュROM（または同等の不揮発性メモリ）または光ディスクドライブなどの他の内部ハードウェアまたは周辺装置を使用することもできる。また、本開示の処理のいずれも、マルチプロセッサコンピュータシステムに適用されてもよいし、複数のそのようなシステム3400によって実行されてもよい。例えば、視覚システム110の訓練が第1のコンピュータシステム3400によって実行され得る一方、分類のための視覚システム110の動作は第2のコンピュータシステム3400によって実行され得る。

## 【0081】

別の例として、コンピュータシステム3400は、コンピュータシステム3400が何らかのタイプのネットワーク通信インターフェースを含むか否かに関わらず、ある種のネットワーク通信インターフェースに依存せずに起動可能となるように構成されたスタンドアロンシステムであってもよい。さらなる例として、コンピュータシステム3400は、オペレーティングシステムファイルまたはユーザ生成データを格納する不揮発性メモリを提供するROMおよび／またはフラッシュROMで構成される組み込みコントローラであってもよい。

## 【0082】

図5に示されている例と上記の例は、アーキテクチャ上の制限を示唆するものではない。さらに、本開示の態様のコンピュータプログラム形式は、コンピュータシステムによって使用される任意のコンピュータ可読記憶媒体（すなわち、フロッピーディスク、コンパクトディスク、ハードディスク、テープ、ROM、RAMなど）上に常駐することができる。

## 【0083】

本明細書で説明したように、本開示の実施形態は、材料片を識別、追跡、分類、および／または分別するために説明された様々な機能を実行するように実装され得る。このような機能は、1つまたは複数のデータ処理システム（例えば、図5のデータ処理システム3400）内など、前述のコンピュータシステム107、視覚システム110、センサシステム120の態様、および／または自動制御システム108など、ハードウェアおよび／またはソフトウェア内に実装できる。ただし、本明細書で説明する機能は、特定のハードウェア／ソフトウェアプラットフォームへの実装に限定されるものではない。

## 【0084】

当業者には理解されるように、本開示の態様は、システム、処理、方法、および／またはプログラム製品として具体化され得る。したがって、本開示の様々な態様は、完全にハードウェアの実施形態、完全にソフトウェアの実施形態（ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコードなどを含む）、または、本明細書では一般に「回路（circuit）」、「回路（circuitry）」、「モジュール」、または「システム」と呼ばれる、ソフトウェアおよびハードウェアの態様を組み合わせた実施形態の形態を取り得る。さらに、本開示の態様は、コンピュータ可読プログラムコードが組み込まれた1つまたは複数のコンピュータ可読記憶媒体に組み込まれたプログラム製品の形態をとってもよい。（ただし、1つまたは複数のコンピュータ可読媒体の任意の組み合わせを利用することもできる。コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読信号媒体またはコンピュータ可読記憶媒体であってもよい。）

## 【0085】

コンピュータ可読記憶媒体は、例えば、電子、磁気、光学、電磁、赤外線、生物、原子、または半導体のシステム、装置、コントローラ、またはデバイス、あるいはそれらの任意の適切な組み合わせであってもよいが、これらに限定されず、コンピュータ可読記憶媒体それ自体は一時的な信号ではない。コンピュータ可読記憶媒体のより具体的な例（非網羅的なリスト）には、1つまたは複数のワイヤを有する電気接続、ポータブルコンピュータディスク、ハードディスク、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）（例えば、図

10

20

30

40

50

5のRAM3420)、読み取り専用メモリ(「ROM」)(例えば、図5のROM3435)、消去可能プログラマブル読み取り専用メモリ(「EPROM」またはフラッシュメモリ)、光ファイバ、ポータブルコンパクトディスク読み取り専用メモリ(「CD-ROM」)、光記憶装置、磁気記憶装置(例えば、図5のハードドライブ3431)、または前述のものの任意の適切な組み合わせが含まれ得る。この文書の文脈において、コンピュータ可読記憶媒体とは、命令実行システム、装置、コントローラ、またはデバイスによって使用される、またはそれらに関連して使用されるプログラムを含むまたは記憶できる任意の有形媒体であってよい。コンピュータ可読信号媒体上に具現化されたプログラムコードは、無線、有線、光ファイバケーブル、RFなどを含むがこれらに限定されない任意の適切な媒体、または前述のものの任意の適切な組み合わせを使用して送信され得る。

10

【0086】

コンピュータ可読信号媒体は、例えばベースバンドまたは搬送波の一部として、その中に組み込まれたコンピュータ可読プログラムコードを有する伝播データ信号を含み得る。このような伝播信号は、電磁気、光、またはそれらの適切な組み合わせを含むがこれらに限定されない、様々な形式のいずれかを取り得る。コンピュータ可読信号媒体は、コンピュータ可読記憶媒体ではなく、命令実行システム、装置、コントローラ、またはデバイスによって、またはそれらに関連して使用するためのプログラムを通信、伝播、または移送できる任意のコンピュータ可読媒体であってよい。

【0087】

図中のフローチャートおよびブロック図は、本開示の様々な実施形態によるシステム、方法、処理、およびプログラム製品の可能な実装のアーキテクチャ、機能性、および動作を示す。この点に関して、フローチャートまたはブロック図の各ブロックは、指定された論理機能を実装するための1つまたは複数の実行可能なプログラム命令を含む、コードのモジュール、セグメント、または一部を表し得る。また、実装によっては、ブロックに示されている機能が図に示されている順序と異なる順序で実行される可能性があることにも留意されたい。例えば、連続して示されている2つのブロックは、実際には、実質的に同時に実行されることもあれば、関係する機能に応じて、ブロックが逆の順序で実行されることもある。

20

【0088】

様々なタイプのプロセッサ(例えば、GPU3401、CPU3415)によって実行されるソフトウェアで実装されるモジュールには、例えば、オブジェクト、プロシージャ、または関数として編成され得るコンピュータ命令の1つまたは複数の物理ブロックまたは論理ブロックが含まれ得る。ただし、識別されたモジュールの実行可能ファイルは物理的に一緒に配置されている必要はなく、異なる場所に格納されている異種の命令が含まれていてもよく、それらは論理的に結合されると、モジュールを組み込み、モジュールの指定された目的を達成する。実際、実行可能コードのモジュールは単一の命令である場合もあれば、多数の命令である場合もあり、複数の異なるコードセグメント、異なるプログラム間、および複数のメモリデバイスに分散される場合もある。同様に、運用データ(例えば、本明細書に記載される材料分類ライブラリ)は、本明細書においてモジュール内で識別および図示され得、任意の適切な形式で具体化され、任意の適切なタイプのデータ構造内で編成され得る。運用データは単一のデータセットとして収集されてもよいし、異なるストレージデバイスを含む異なる場所に分散されてもよい。データはシステムまたはネットワーク上に電子信号を提供してもよい。

30

40

【0089】

これらのプログラム命令は、コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサ(例えば、GPU3401、CPU3415)を介して実行される命令が、フローチャートおよび/またはブロック図のブロックで指定された機能/動作を実装するための回路または手段を作成するように、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、または他のプログラム可能なデータ処理装置(例えば、コントローラ)の1つまたは複数のプロセッサおよび/またはコントローラに提供されて、マシンを生産することができる。

50

## 【0090】

ブロック図および／またはフローチャート図の各ブロック、およびブロック図および／またはフローチャート図におけるブロックの組み合わせは、指定された機能または動作を実行する専用のハードウェアベースのシステム（例えば、1つまたは複数のグラフィックス処理ユニット（GPU3401など）を含み得る）、または専用ハードウェアとコンピュータ命令の組み合わせによって実装できることにも留意されたい。例えば、モジュールは、カスタムVLSI回路やゲートアレイ、論理チップなどの既製の半導体、トランジスタ、コントローラ、またはその他のディスクリート構成要素を含むハードウェア回路として実装できる。モジュールは、フィールドプログラマブルゲートアレイ、プログラマブルアレイロジック、プログラマブルロジックデバイスなどのプログラマブルハードウェアデバイスで実装することもできる。

10

## 【0091】

本明細書の説明では、フローチャート化された技術は一連の連続した動作で説明される場合がある。動作の順序および動作を実行する要素は、教示の範囲から逸脱することなく自由に変更することができる。動作はいくつかの方法で追加、削除、または変更され得る。同様に、動作の順序を変更したり、ループしたりすることもできる。さらに、処理、方法、アルゴリズムなどは連続した順序で説明される場合があるが、そのような処理、方法、アルゴリズム、またはそれらの任意の組み合わせは、別の順序で実行されるように動作可能であってもよい。さらに、処理、方法、またはアルゴリズム内の一部の動作は、少なくともある時点で同時に実行される場合があり（例えば、並行して実行される動作）、全体、一部、またはそれらの任意の組み合わせで実行することもできる。

20

## 【0092】

本明細書では、特定の機能を実行するように「構成された」デバイス、回路（circuit）、回路（circuitry）、システム、またはモジュールに言及する場合がある。これには、監視または制御機能を含む特定の論理機能を提供するように、事前定義された論理ブロックを選択し、それらを論理的に関連付けることが含まれる場合があることを理解されたい。また、コンピュータソフトウェアベースのロジックのプログラミング、個別のハードウェア構成要素の配線、または上記のいずれかまたはすべての組み合わせが含まれる場合もある。

## 【0093】

本明細書に記載されていない限り、特定の材料、処理行為、および回路に関する多くの詳細は従来のものであり、コンピューティング、エレクトロニクス、およびソフトウェア技術の教科書やその他の情報源で見つけることができる。

30

## 【0094】

本開示の態様の動作を実行するためのコンピュータプログラムコード、すなわち命令は、Java、Smalltalk、Python、C++などのオブジェクト指向プログラミング言語、「C」プログラミング言語または同様のプログラミング言語、MATLABまたはLabVIEWなどのプログラミング言語、または本明細書で開示されるAIソフトウェアのいずれかなどの従来の手続き型プログラミング言語を含む、1つまたは複数のプログラミング言語の任意の組み合わせで記述できる。プログラムコードは、スタンドアロンソフトウェアパッケージとして完全にユーザのコンピュータシステム上で実行され、一部がユーザのコンピュータシステム上で実行され、一部がユーザのコンピュータシステム（例えば、分別に使用されるコンピュータシステム）上で実行され、一部がリモートコンピュータシステム（例えば、AIシステムの訓練に使用されるコンピュータシステムなど）上で実行され、または完全にリモートコンピュータシステムまたはサーバ上で実行されてもよい。後者のシナリオでは、リモートコンピュータシステムは、ローカルエリアネットワーク（「LAN」）またはワイドエリアネットワーク（「WAN」）を含むあらゆるタイプのネットワークを介してユーザのコンピュータシステムに接続することができ、または、外部コンピュータシステムに接続することもできる（例えば、インターネットサービスプロバイダを使用したインターネット経由で）。前述の例として、本開示の様々

40

50

な態様は、コンピュータシステム107、自動制御システム108、視覚システム110、およびセンサシステム120の態様のうちの1つまたは複数上で実行するように構成され得る。

【0095】

これらのプログラム命令は、コンピュータ可読媒体に格納された命令が、フローチャートおよび／またはブロック図のブロックで指定された機能／動作を実装する命令を含む製品を生産するように、コンピュータシステム、他のプログラム可能なデータ処理装置、コントローラ、または他のデバイスを特定の方法で機能させることができるコンピュータ可読記憶媒体に格納することもできる。

【0096】

プログラム命令はまた、コンピュータまたは他のプログラム可能な装置上で実行される命令が、フローチャートおよび／またはブロック図のブロックで指定された機能／動作を実装するための処理を提供するように、コンピュータ、他のプログラム可能なデータ処理装置、コントローラ、または他の装置にロードされて、コンピュータ、他のプログラム可能な装置、または他の装置上で一連の動作ステップを実行させて、コンピュータ実装処理を生成することもできる。

【0097】

様々な実装のデータを保存し、データへのアクセスを提供するために、ホストに1つまたは複数のデータベースを含めることができる。当業者であれば、セキュリティ上の理由から、本開示の任意のデータベース、システム、または構成要素は、単一の場所または複数の場所にあるデータベースまたは構成要素の任意の組み合わせを含んでもよく、各データベースまたはシステムは、ファイアウォール、アクセスコード、暗号化、復号化などの様々な適切なセキュリティ機能のいずれかを含んでもよいことも理解するであろう。データベースは、リレーショナル、階層型、オブジェクト指向などの任意のタイプのデータベースであり得る。データベースの実装に使用できる一般的なデータベース製品には、IBMのDB2、Oracle Corporationから入手可能なデータベース製品、Microsoft CorporationのMicrosoft Access、またはその他のデータベース製品が含まれる。データベースは、データテーブルやルックアップテーブルなど、適切な方法で編成できる。

【0098】

特定のデータの関連付け（例えば、本明細書に記載の材料取扱システムによって処理される材料片のそれぞれについて）は、当技術分野で知られ実践されている任意のデータ関連付け技術を通じて達成することができる。例えば、関連付けは手動または自動で実行できる。自動関連付け技術には、例えば、データベース検索、データベースのマージ、GREP、AGREP、SQLなどが含まれ得る。関連付けステップは、例えば製造業者と小売業者のそれぞれのデータテーブルのキーフィールドを使用するデータベースマージ機能によって達成できる。キーフィールドは、キーフィールドで定義されたオブジェクトの高レベルクラスに従ってデータベースを分割する。例えば、特定のクラスを第1のデータテーブルと第2のデータテーブルの両方のキーフィールドとして指定することができ、キーフィールドのクラスデータに基づいて2つのデータテーブルをマージすることができる。これらの実施形態では、マージされたデータテーブルのそれぞれのキーフィールドに対応するデータは同じであることが好ましい。ただし、同一ではないものの、キーフィールドに類似したデータを持つデータテーブルも、例えば、AGREPを使用してマージできる。

【0099】

本開示の態様は、移動する自動車スクラップ片の流れからライブエアバッグモジュールを分別する方法を提供し、方法は、自動車スクラップ片を視覚システムを通過させて搬送するステップであって、自動車スクラップ片にはライブエアバッグモジュールが含まれる、ステップと、自動車スクラップ片の視覚画像を捕捉するステップと、ライブエアバッグモジュールを他の自動車スクラップ片から区別するために、人工知能システムを通じて自動車スクラップ片の捕捉された視覚画像を処理するステップと、移動する自動車スクラッ

10

20

30

40

50

ブ片の流れからライブエアバッグモジュールを分別するステップと、を含む。分別するステップは、ライブエアバッグモジュールを、ライブエアバッグモジュールの近傍にある他の自動車スクラップ片とともに容器に方向転換するステップを含み得る。分別するステップは、ライブエアバッグモジュールを作動させることなく実行されてもよい。分別するステップは、ライブエアバッグモジュールを作動させないように構成された方向転換力を使用してライブエアバッグモジュールの方向転換をする分別機構によって実行されてもよい。分別機構は、ペイントブラシ型プランジャであってもよい。ライブエアバッグモジュールは、少なくとも1つの他の自動車スクラップ片によって部分的に遮られ、視覚システムがライブエアバッグモジュール全体のスペクトル画像データを取得できないようにしてもよい。人工知能システムは、部分的に遮られたライブエアバッグモジュールを識別するように構成されていてもよい。人工知能システムは、ライブエアバッグモジュールと他の自動車スクラップ片とを区別するためのセマンティックセグメンテーションアルゴリズムを用いて構成されていてもよい。方法は、自動車スクラップ片の流れからライブエアバッグモジュールを分別した後、自動車スクラップ片を別個の金属合金に分別するステップをさらに含んでいてもよい。人工知能システムは、所定の閾値を超える偽陽性と偽陰性との比で、特定の自動車スクラップ片をライブエアバッグモジュールとして分類するように構成されていてもよい。

【0100】

本開示の態様は、移動する自動車スクラップ片の流れからライブエアバッグモジュールを分別するためのシステムを提供し、システムは、自動車スクラップ片を視覚システムを通過させて搬送するためのコンベヤシステムであって、自動車スクラップ片にはライブエアバッグモジュールが含まれる、コンベヤシステムと、自動車スクラップ片の視覚画像を捕捉するように構成された視覚システムと、人工知能システムで構成されたデータ処理システムであって、ライブエアバッグモジュールを他の自動車スクラップ片から区別するために、人工知能システムを通じて自動車スクラップ片の捕捉された視覚画像を処理するように構成されている、データ処理システムと、移動する自動車スクラップ片の流れからライブエアバッグモジュールを分別するための分別装置と、を備える。分別は、ライブエアバッグモジュールを、ライブエアバッグモジュールの近傍にある自動車スクラップ片とともに容器に方向転換することを含み得る。分別は、ライブエアバッグモジュールを作動させることなく実行されてもよい。分別装置は、ライブエアバッグモジュールを作動させないように構成された方向転換力を使用してライブエアバッグモジュールの方向転換をする分別機構を含んでいてもよい。分別機構は、ペイントブラシ型プランジャであってもよい。ライブエアバッグモジュールは、少なくとも1つの他の自動車スクラップ片によって部分的に遮られ、視覚システムがライブエアバッグモジュール全体のスペクトル画像データを取得できないようにしてもよい。人工知能システムは、部分的に遮られたライブエアバッグモジュールを識別し、部分的に遮られたライブエアバッグモジュールを他の自動車スクラップ片から区別するように構成されていてもよい。人工知能システムは、ライブエアバッグモジュールと他の自動車スクラップ片とを区別するためのマスクR-CNNアルゴリズムを使用して構成されていてもよい。人工知能システムは、特定の自動車スクラップがライブエアバッグモジュールに十分に似ている場合、特定の自動車スクラップ片をライブエアバッグモジュールとして分類するように構成されていてもよい。人工知能システムは、所定の閾値を超える偽陽性と偽陰性との比で、特定の自動車スクラップ片をライブエアバッグモジュールとして分類するように構成されていてもよい。

【0101】

本明細書の説明では、本開示の実施形態の完全な理解を提供するために、プログラミング、ソフトウェアモジュール、ユーザ選択、ネットワークトランザクション、データベースクエリ、データベース構造、ハードウェアモジュール、ハードウェア回路、ハードウェアチップ、コントローラなどの例などの多くの具体的な詳細が提供される。ただし、当業者は、本開示が、1つまたは複数の特定の詳細なしで、または他の方法、構成要素、材料などを使用して実施され得ることを認識するであろう。他の場合には、本開示の態様を曖

味にすることを避けるために、よく知られている構造、材料、または動作については、詳細に図示または説明しない場合がある。

#### 【0102】

本明細書全体を通じて「一実施形態」、「実施形態」、または同様の用語への言及は、実施形態に関連して説明される特定の特徵、構造、または特性が本開示の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書全体にわたる「一実施形態において」、「実施形態において」、「実施形態」、「特定の実施形態」、「様々な実施形態」、および同様の用語の出現は、すべて同じ実施形態を指す場合があるが、必ずしも同じであるとは限らない。さらに、本開示の記載された特徵、構造、態様、および／または特性は、1つまたは複数の実施形態において任意の適切な方法で組み合わせることができる。これに応じて、機能が最初は特定の組み合わせで機能すると主張されていたとしても、場合によっては、特許請求の範囲に記載された組み合わせから1つまたは複数の特徴を組み合わせから削除することができ、特許請求の範囲に記載された組み合わせは、サブコンビネーションまたはサブコンビネーションの変形例を対象とすることができる。

10

#### 【0103】

利益、利点、および問題の解決策は、特定の実施形態に関して上で説明されている。ただし、利益、利点、問題の解決策、および利益、利点、解決策が発生する、またはより顕著になる可能性のある要素は、一部またはすべての特許請求の範囲の重要な、必要な、または必須の機能や要素として解釈されない場合がある。さらに、本明細書に記載されている構成要素は、必須または重要であると明示的に記載されていない限り、本開示の実施に必要ではない。

20

#### 【0104】

本明細書において、「または」という用語は包括的なものであることが意図されており、「AまたはB」にはAまたはBが含まれ、さらにAとBの両方も含まれる。本明細書で使用される場合、「および／または」という用語は、エンティティのリストの文脈で使用される場合、単独または組み合わせて存在するエンティティを指す。したがって、例えば、「A、B、C、および／またはD」という語句には、A、B、C、およびDが個別に含まれるが、A、B、C、およびDのあらゆる組み合わせおよびサブコンビネーションも含まれる。

#### 【0105】

本明細書で使用される用語は、特定の実施形態を説明することのみを目的としており、本開示を限定することを意図したものではない。本明細書で使用される場合、単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈上明らかに別段の指示がない限り、複数形も含むことを意図する場合がある。

30

#### 【0106】

以下の特許請求の範囲における対応する構造、材料、動作、およびすべての手段またはステッププラス機能要素の均等物は、特に特許請求されている他の特許請求の要素と組み合わせて機能を実行するための任意の構造、材料、または動作を含むことが意図されている場合がある。

#### 【0107】

特定された特性または状況に関して本明細書で使用される場合、「実質的に」とは、特定された特性または状況を測定できるほど損なわないほど十分に小さい逸脱の程度を指す。許容される逸脱の正確な程度は、場合によっては特定の状況に依存する場合がある。

40

#### 【0108】

本明細書で使用される場合、便宜上、複数の品目、構造要素、構成要素、および／または材料が共通のリストで提示される場合がある。ただし、これらのリストは、リストの各部材が別個の一意の部材として個別に識別されているかのように解釈される必要がある。したがって、そのようなリストの個々の部材は、反対の兆候なしに、共通のグループ内での表現のみに基づいて、同じリストの他の部材と事実上同等であると解釈されるべきではない。

50

## 【0109】

他に定義されない限り、本明細書で使用するすべての技術用語および科学用語（周期表内の化学元素に使用される頭字語など）は、ここで開示される主題が属する当業者に一般に理解されるのと同じ意味を有する。本明細書に記載されるものと類似または同等の任意の方法、装置、および材料が、本明細書で開示される主題の実践または試験に使用されるが、代表的な方法、装置、および材料がここで説明される。

## 【0110】

本明細書で使用する「結合」という用語は、直接結合または機械的結合に限定されることを意図したものではない。特に明記されていない限り、「第1」や「第2」などの用語は、そのような用語が説明する要素を任意に区別するために使用される。したがって、これらの用語は、必ずしもそのような要素の時間的またはその他の優先順位を示すことを意図したものではない。

## 【符号の説明】

## 【0111】

- 100 システム
- 101 材料片
- 103 コンベヤシステム
- 104 コンベヤシステムモータ
- 105 位置検出器
- 106 タンブラ／バイブレータ／シンギュレータ
- 107、3400 コンピュータシステム
- 108 自動制御システム
- 109 実写カメラ
- 110 光学認識システム
- 111 材料片追跡装置
- 112 制御システム
- 120 センサシステム
- 121 放射源
- 122 電源
- 124 検出器
- 125 検出器電子機器
- 126…129 分別装置
- 140 分別容器
- 3401 GPU
- 3405 ローカルバス
- 3412 ユーザインターフェースアダプタ
- 3413 キーボード
- 3414 マウス
- 3415 プロセッサ（CPU）
- 3416 ディスプレイアダプタ
- 3420 揮発性メモリ（RAM）
- 3425 ネットワーク（LAN）アダプタ
- 3430 I/Oアダプタ
- 3431 ハードディスクドライブ
- 3432 テープドライブ
- 3435 不揮発性メモリ（ROM）
- 3440 ディスプレイ

10

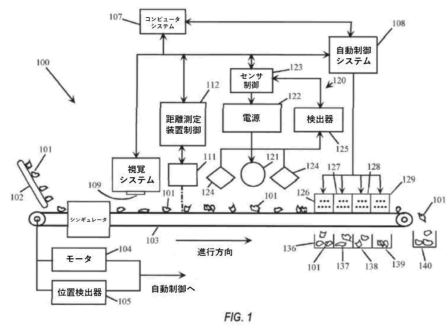
20

30

40

50

【図面】  
【図 1】



【図 2 A】

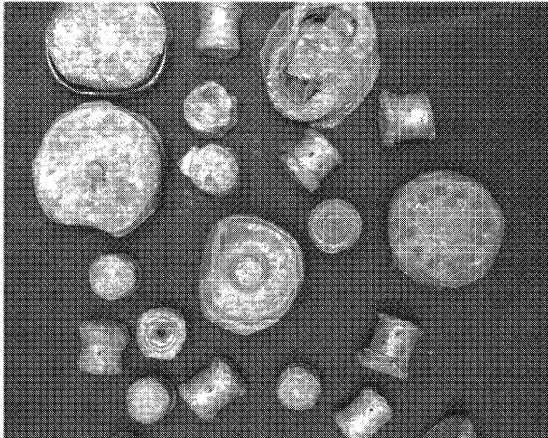


FIG. 2A

【図 2 B】

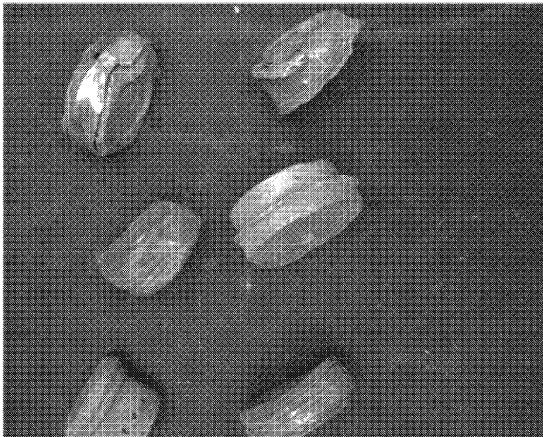


FIG. 2B

【図 2 C】

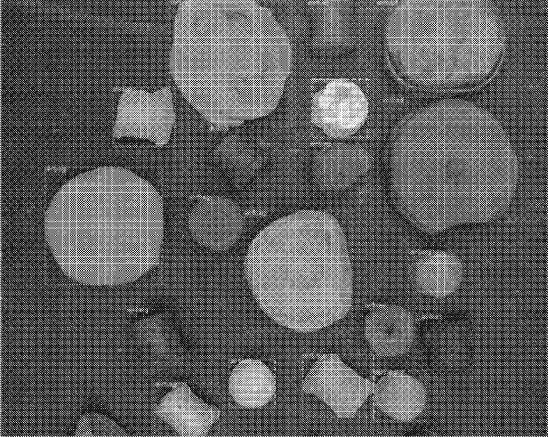


FIG. 2C

【図 3】

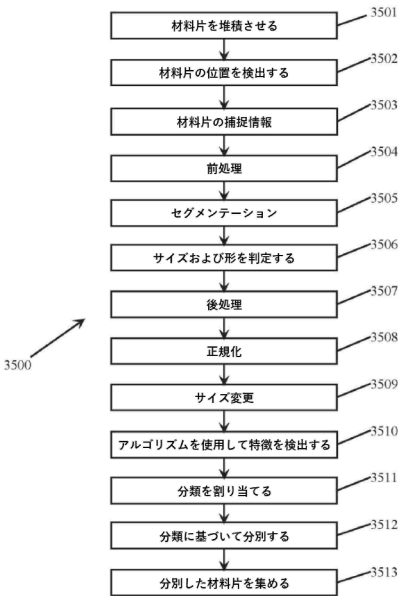


FIG. 3

【図 4】

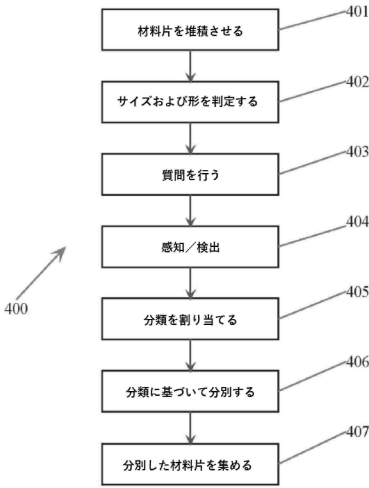


FIG. 4

【図 5】

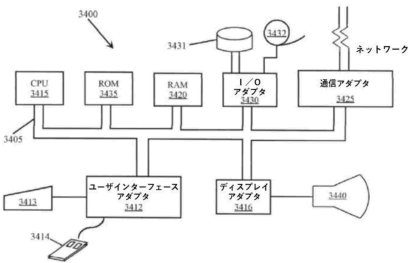


FIG. 5

【図 6 A】

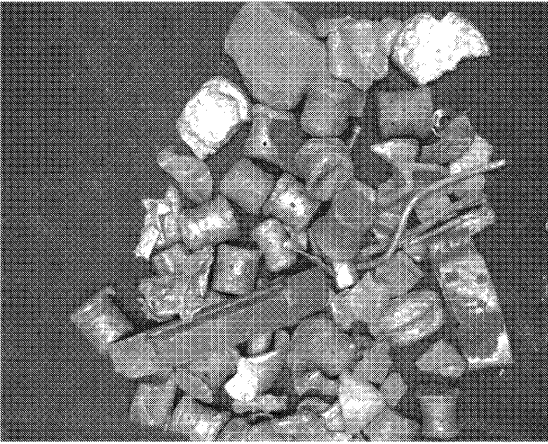


FIG. 6A

10

20

30

40

50

【図 6 B】

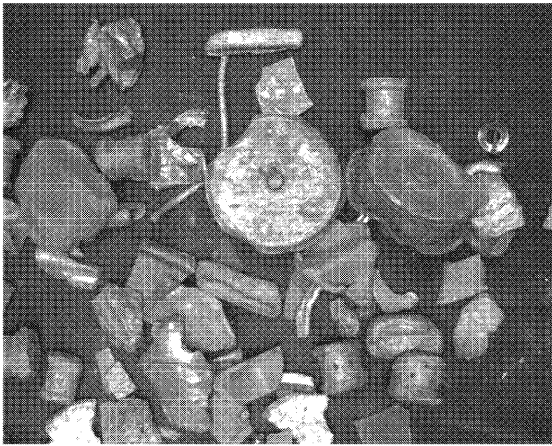


FIG. 6B

【図 7】

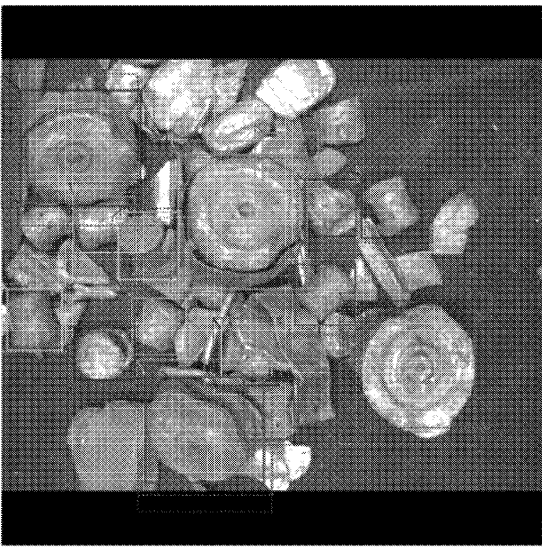


FIG. 7

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I  
B 6 5 G 47/91 (2006.01) B 6 5 G 47/91 Z

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(31)優先権主張番号 17/495,291

(32)優先日 令和3年10月6日(2021.10.6)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(31)優先権主張番号 17/667,397

(32)優先日 令和4年2月8日(2022.2.8)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(31)優先権主張番号 17/752,669

(32)優先日 令和4年5月24日(2022.5.24)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

ス・ドライヴ・7106

(72)発明者 マヌエル・ジェラルド・ガルシア・ジュニア

アメリカ合衆国・テキサス・78744・オースティン・ボンネヴィル・ベンド・5324

審査官 伊知地 和之

(56)参考文献 米国特許出願公開第2021/0229133 (US, A1)

特表2011-520702 (JP, A)

特許第3288048 (JP, B2)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B07C 1/00 - 99/00

B09B 1/00 - 5/00

B09C 1/00 - 1/10

B65G 47/34 - 47/51

B65G 47/80 - 47/80

B65G 47/82

B65G 47/84 - 47/86

B65G 47/88

B65G 47/90 - 47/96

G06T 7/00 - 7/90

G06V 10/00 - 20/90

G06V 30/418

G06V 40/16

G06V 40/20

C S D B (日本国特許庁)