

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-105605

(P2021-105605A)

(43) 公開日 令和3年7月26日(2021.7.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 21/84 (2006.01)	GO 1 N 21/84 Z	2 G O 5 1
GO 1 N 21/17 (2006.01)	GO 1 N 21/17 A	2 G O 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L 外国語出願 (全 48 頁)

(21) 出願番号	特願2020-212650 (P2020-212650)	(71) 出願人	519092897 デューケイン アイイーエス エルエルシー
(22) 出願日	令和2年12月22日 (2020.12.22)		アメリカ合衆国 イリノイ セント チャールズ デューケイン ドライブ 2900
(31) 優先権主張番号	62/953,700	(74) 代理人	110001210 特許業務法人Y K I 国際特許事務所
(32) 優先日	令和1年12月26日 (2019.12.26)	(72) 発明者	ダックス ハミルトン アメリカ合衆国 イリノイ セント チャールズ デューケイン ドライブ 2900 デューケイン アイイーエス エルエルシー内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

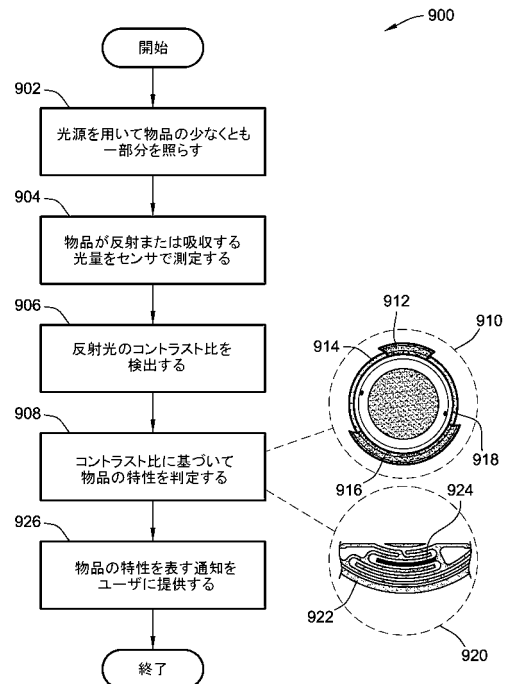
(54) 【発明の名称】 物品によるスペクトル吸収を測定するシステムおよび方法

(57) 【要約】

【課題】 物品が反射または吸収する光量のコントラスト比に基づいて、物品の特性を識別する。

【解決手段】 光源から発せられた光を吸収または反射する材料である物品の一部分が、照らされる。物品が吸収/反射する光量が計測される。物品が吸収/反射する光量をデフォルトの吸収値または反射値と比較し、物品が吸収/反射する光量とデフォルトの吸収値/反射値との差を得ることで、吸収光/反射光のコントラスト比が求められる。コントラスト比に基づいて物品の特性が判定される。光源からの光の波長は、溶着プロセスによって物品を形成した際に使用したエネルギーの波長と実質的に同じであることが可能であり、その溶着プロセスは、エネルギーを用いて少なくとも2つのパーツを接合し物品を形成するものである。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

方法であって、
物品全体を光源で照らすステップを含み、
前記光源は、1ミクロン帯で発光するレーザーであり、
前記光源は、前記物品の底部を通過するように発せられた光を反射するバックプレート
を備え、
前記物品は、前記レーザーが発する光の一部分を吸収する材料であり、
前記方法はさらに、
前記物品が吸収する光量をセンサで測定するステップを含み、前記物品が吸収する光量
は、前記物品によって反射されない光の量であり、
前記方法はさらに、
処理装置において、前記物品が吸収する光量をデフォルト吸収値と比較し、前記物品が
吸収する光量と前記デフォルト吸収値との差を得ることで、吸収光のコントラスト比を求
めるステップと、
前記コントラスト比に基づいて前記物品の特性を前記処理装置で判定するステップと、
前記物品の特性を表す通知をユーザに提供するステップと
を含む、方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、前記デフォルト吸収値は、前記物品の第 1 の部分が吸
収する光量を表す値である、方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の方法であって、前記物品が吸収する光量は、前記物品の第 2 の部分が
吸収する光量である、方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法であって、前記コントラスト比は、前記物品の前記第 1 の部分が
吸収する光量と前記物品の前記第 2 の部分が吸収する光量との差である、方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の方法であって、前記デフォルト吸収値は、前記物品に関連するデー
タベース内の値である、方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であって、前記コントラスト比は、前記デフォルト吸収値と前記
物品が吸収する光量との相対差である、方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、前記物品の特性は、前記物品の種類、前記物品の形状
、または前記物品の材料である、方法。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の方法であって、前記物品の特性は、前記物品が欠陥または不備を含む
かどうかを表すものである、方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法であって、前記欠陥または前記不備は、前記物品の一部分の溶着
部における欠陥または不備である、方法。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の方法であって、
前記コントラスト比が閾値を上回る場合、前記物品は前記欠陥または前記不備を含み、
前記コントラスト比が前記閾値を下回る場合、前記物品は前記欠陥または前記不備を含
まない、方法。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の方法であって、前記物品は、前記物品の第 2 の部分に溶着された前記
物品の第 1 の部分を含む、方法。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

請求項 1 に記載の方法であってさらに、前記物品の表面に光吸収性化合物を塗布することで前記コントラスト比を上昇させるステップを含む、方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の方法であって、前記光吸収性化合物は赤外線（ I R ）インクである、方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 に記載の方法であって、前記光吸収性化合物は、前記物品の表面にスプレーされる、前記化合物の表面にペイントされる、または、前記物品の表面に薄膜として付着される、方法。

10

【請求項 1 5】

方法であって、

物品の少なくとも一部分を光源で照らすステップを含み、前記物品は、前記光源が発する光の一部分を吸収または反射する材料であり、

前記方法はさらに、

前記物品が吸収または反射する光量をセンサで測定するステップと、

処理装置において、前記物品が吸収または反射する光量をデフォルト吸収値または反射値と比較し、前記物品が吸収または反射する光量と前記デフォルト吸収値または反射値との差を得ることで、吸収光または反射光のコントラスト比を求めるステップと、

前記コントラスト比に基づいて前記物品の特性を前記処理装置で判定するステップと

20

を含む、方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の方法であって、前記光源は 1 ミクロン帯で発光するレーザである、方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 5 に記載の方法であって、前記光源は、前記物品の底部を通過するように発せられた光を反射するバックプレートを備える、方法。

【請求項 1 8】

システムであって、

物品と、

30

前記物品に向けて光を発する光源と、

前記物品の底部から発せられる光の少なくとも一部分を反射するように構成されたバックプレートと、

前記物品の接合部から反射される光の少なくとも一部分を測定する光センサと、

前記光センサに接続された処理装置と、を備え、

前記処理装置は、

前記物品が吸収または反射する光量を検出し、

前記物品が吸収または反射する光量をデフォルト吸収値または反射値と比較し、前記物品が吸収または反射する光量と前記デフォルト吸収値または反射値との差を得ることで、吸収光または反射光のコントラスト比を求め、

40

前記コントラスト比に基づいて物品の特性を判定する

ように構成されている、

システム。

【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載のシステムであって、前記コントラスト比は、前記物品の一部分に関するものである、システム。

【請求項 2 0】

請求項 1 8 に記載のシステムであって、前記コントラスト比は、前記物品全体に関するものである、システム。

【請求項 2 1】

50

請求項 1 に記載の方法であって、前記物品は、エネルギーを当てることによって接合された少なくとも 2 つのパーツから成る溶着された物品であり、前記エネルギーの波長は、前記光源から発せられた前記光の波長と実質的に同じである、方法。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載の方法であって、前記コントラスト比は、溶着性に関連して前記物品の吸収特性を表す溶着性指数に相当する、方法。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 に記載の方法であって、前記溶着性指数は、0 ~ 255 のスケールのうちの 0 ~ 133 の範囲内に属する任意のサブセット範囲を含み、前記溶着性指数が前記サブセット範囲内に属する場合、前記物品は許容可能な溶着品質を有するとみなされる、方法。

10

【請求項 2 4】

請求項 1 5 に記載の方法であって、前記物品は、エネルギーを当てることによって接合された少なくとも 2 つのパーツから成る溶着された物品であり、前記エネルギーの波長は、前記光源から発せられた前記光の波長と実質的に同じである、方法。

【請求項 2 5】

請求項 2 4 に記載の方法であって、前記コントラスト比は、溶着性に関連して前記物品の吸収特性を表す溶着性指数に相当する、方法。

【請求項 2 6】

請求項 2 5 に記載の方法であって、前記溶着性指数は、0 ~ 255 のスケールのうちの 0 ~ 133 の範囲内に属する任意のサブセット範囲を含み、前記溶着性指数が前記サブセット範囲内に属する場合、前記物品は許容可能な溶着品質を有するとみなされ、前記溶着性指数が前記サブセット範囲から外れている場合、前記物品は許容不可能な溶着品質を有するとみなされる、方法。

20

【請求項 2 7】

請求項 1 8 に記載のシステムであって、前記物品は、エネルギーを当てることによって接合された少なくとも 2 つのパーツから成る溶着された物品であり、前記エネルギーの波長は、前記光源から発せられた前記光の波長と実質的に同じである、システム。

【請求項 2 8】

請求項 2 7 に記載のシステムであって、前記コントラスト比は、溶着性に関連して前記物品の吸収特性を表す溶着性指数に相当する、システム。

30

【請求項 2 9】

請求項 2 8 に記載のシステムであって、前記溶着性指数は、0 ~ 255 のスケールのうちの 0 ~ 133 の範囲内に属する任意のサブセット範囲を含み、前記溶着性指数が前記サブセット範囲内に属する場合、前記物品は許容可能な溶着品質を有するとみなされ、前記溶着性指数が前記サブセット範囲から外れている場合、前記物品は許容不可能な溶着品質を有するとみなされる、システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

本出願は、2019年12月26日に提出された米国仮特許出願第62/953,700に基づく優先権を主張するものであり、本出願において、当該米国仮特許出願の全体を引用して援用する。

40

【0002】

本開示は、全般的に、溶着されたパーツの溶着性を判定する非破壊的方法と、それを実施するためのシステムとに関する。

【背景技術】

【0003】

品質および美観を保証し且つ不具合のリスクを減少させるために、物品の使用前に、その物品に対して検査プロセスが実施される。美的な性質の物品であれば、外観不良につい

50

て検査する場合がある。機器の動作において不可欠な物品であれば、機器の動作中に当該物品に生じる不具合を削減または排除する目的で、欠陥および欠損について検査する場合がある。識別すべき欠陥または欠損が溶着接合部または溶着領域に関するものである場合、従来のアプローチは破壊的である。従来のアプローチでは、溶着接合部に物品を切断またはスライスして溶着品質を目視で検査し、溶着接合部が最適ではないとみなされた場合には、溶着設定を調整し、調整された溶着設定を用いて新たな一式のパーツを溶着し、その新たな溶着接合部を切断および検査し、溶着品質が良好であるとみなされるまでこのプロセスを繰り返す必要がある。このプロセスは、時間がかかるうえ、十分に訓練された溶着検査員による主観的な査定を必要とするため、人的エラーが発生しやすく、また、専門的な訓練および経験を要する。

10

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

本開示は、パーツの溶着品質または「溶着性」を客観的に査定してその特徴を明らかにする非破壊的かつ非侵襲的な方法を提供する。その方法では、パーツを切断またはスライスすることはなく、人間の操作者が溶着性を目視で査定することを必要としない。パーツの溶着に用いたエネルギー（レーザーエネルギーなど）の波長に一致する波長の赤外光を溶着接合部に当てることで、人間が介在することなくパーツの溶着性を客観的に比較できることが見出されている。たとえば、1 nmのレーザーを用いてパーツを溶着した場合、1 nmの波長の赤外光を溶着接合部に当てることにより、撮像装置を用いて検出可能な吸収パターンまたは識別特性が生成され、吸収量を表すピクセル値は、パーツの溶着性についての指数として用いることができる。有利なことに、溶着接合部の品質または溶着性が最適範囲内になるまで溶着パラメータまたは設定を自動的に調整することが可能であり、最適範囲内になった時点で、最適な溶着接合部の作成に用いた溶着パラメータを採用してそれ以降に利用することができ、製造時にそれらの最適化された溶着パラメータを用いて複数セットのパーツを溶着することで、再現性が高く確実に一貫性がある溶着接合部を作成することができる。

20

【課題を解決するための手段】**【0005】**

本開示の1つの態様によれば、方法は、物品全体を光源で照らすステップを含む。光源は、1ミクロン帯で発光するレーザーである。光源は、物品の底部を通過するように発せられた光を反射するバックプレートを備える。物品は、レーザーが発する光の一部を吸収する材料である。本方法はさらに、物品が吸収する光量をセンサで測定するステップを含む。物品が吸収する光量は、物品によって反射されない光の量である。本方法はさらに、処理装置において、物品が吸収する光量をデフォルト吸収値と比較し、物品が吸収する光量とデフォルト吸収値との差を得ることで、吸収光のコントラスト比を求めるステップと、コントラスト比に基づいて物品の特性を処理装置で判定するステップと、物品の特性を表す通知をユーザに提供するステップとを含む。

30

【0006】

デフォルト吸収値は、物品の第1の部分が吸収する光量を表す値であることが可能である。物品が吸収する光量は、物品の第2の部分が吸収する光量であることが可能である。コントラスト比は、物品の第1の部分が吸収する光量と物品の第2の部分が吸収する光量との差であり得る。デフォルト吸収値は、物品に関連するデータベース内の値であり得る。コントラスト比は、デフォルト吸収値と物品が吸収する光量との相対差であり得る。物品の特性は、物品の種類、物品の形状、または物品の材料であることが可能である。物品の特性は、物品が欠陥または不備を含むかどうかを表すものであることが可能である。欠陥または不備は、物品の一部分の溶着部における欠陥または不備であり得る。

40

【0007】

コントラスト比が閾値を上回る場合、物品は欠陥または不備を含む可能性があり、コントラスト比が閾値を下回る場合、物品は欠陥または不備を含まない。物品は、物品の第2

50

の部分に溶着された物品の第 1 の部分を含むことができる。

【 0 0 0 8 】

本方法はさらに、物品の表面に光吸収性化合物を塗布することでコントラスト比を上昇させるステップを含むことができる。光吸収性化合物は、赤外線（ I R ）インクであることが可能である。光吸収性化合物は、物品の表面にスプレーすること、当該化合物の表面にペイントすること、または物品の表面に薄膜として付着させることができる。

【 0 0 0 9 】

本開示の別の態様によれば、方法は、物品の少なくとも一部分を光源で照らすステップを含む。物品は、光源が発する光の一部分を吸収または反射する材料である。本方法はさらに、物品が吸収または反射する光量をセンサで測定するステップと、処理装置において、物品が吸収または反射する光量をデフォルト吸収値または反射値と比較し、物品が吸収または反射する光量とデフォルト吸収値または反射値との差を得ることで、吸収光または反射光のコントラスト比を求めるステップと、コントラスト比に基づいて物品の特性を処理装置で判定するステップとを含む。

【 0 0 1 0 】

光源は、1 ミクロン帯で発光するレーザであり得る。光源は、物品の底部を通過するように発せられた光を反射するバックプレートを用意することができる。

【 0 0 1 1 】

本開示のさらに別の態様によれば、システムは、物品と、物品に向けて光を発する光源と、物品の底部から発せられる光の少なくとも一部分を反射するように構成されたバックプレートと、物品の接合部から反射される光の少なくとも一部分を測定する光センサと、光センサに接続された処理装置とを備える。処理装置は、物品が吸収または反射する光量を検出し、物品が吸収または反射する光量をデフォルト吸収値または反射値と比較して物品が吸収または反射する光量とデフォルト吸収値または反射値との差を得ることで、吸収光または反射光のコントラスト比を求め、コントラスト比に基づいて物品の特性を判定するように構成されている。

【 0 0 1 2 】

コントラスト比は、物品の一部分に関するものであり得る。コントラスト比は、物品全体に関するものであり得る。物品は、エネルギーを当てることによって接合された少なくとも 2 つのパーツから成る溶着された物品であることが可能であり、当該エネルギーの波長は、光源から発せられた光の波長と実質的に同じであることが可能である。コントラスト比は、溶着性に関連して物品の吸収特性を表す溶着性指数に相当することができる。溶着性指数は、0 ~ 2 5 5 のスケールのうちの 0 ~ 1 3 3 の範囲内に属する任意のサブセット範囲を含むことができ、溶着性指数がそのサブセット範囲内に属する場合、物品は許容可能な溶着品質を有するとみなされる。

【 0 0 1 3 】

物品は、エネルギーを当てることによって接合された少なくとも 2 つのパーツから成る溶着された物品であることが可能であり、当該エネルギーの波長は、光源から発せられた光の波長と実質的に同じであり得る。コントラスト比は、溶着性に関連して物品の吸収特性を表す溶着性指数に相当することができる。溶着性指数は、0 ~ 2 5 5 のスケールのうちの 0 ~ 1 3 3 の範囲内に属する任意のサブセット範囲を含むことができ、溶着性指数がそのサブセット範囲内に属する場合、物品は許容可能な溶着品質を有するとみなされ、溶着性指数がそのサブセット範囲内から外れている場合、物品は許容不可能な溶着品質を有するとみなされる。

【 0 0 1 4 】

本開示は、以下に記載の詳細な説明と、本開示の様々な実施形態を示す添付の図面とから、より十分に理解される。ただし、それらの実施形態は、本開示を具体的な実施形態に限定するものではないと認識されるべきであり、説明および理解のみを目的とするものである。

【 図面の簡単な説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 一実施形態による欠陥識別システムを示す図である。

【 図 2 】 物品に複数の透過性パーツが含まれる、一実施形態による図 1 の欠陥識別システムを示す図である。

【 図 3 】 物品に光吸収性材料が含まれる、一実施形態による図 1 の欠陥識別システムを示す図である。

【 図 4 】 光源が物品内に位置し、物品を透過した光を反射および / または吸収するバックプレートを備える、一実施形態による図 1 の欠陥識別システムを示す図である。

【 図 5 】 円錐形ミラーを備える、一実施形態による図 1 の欠陥識別システムを示す図である。

10

【 図 6 】 光源が光センサに設置されている、一実施形態による図 1 の欠陥識別システムを示す図である。

【 図 7 】 物品が物品の第 1 の部分と物品の第 2 の部分との間に光吸収性化合物を含む、一実施形態による図 1 の欠陥識別システムを示す図である。

【 図 8 】 物品の上面に光吸収性化合物が含まれる、一実施形態による図 1 の欠陥識別システムを示す図である。

【 図 9 】 一実施形態による物品の欠陥識別方法を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

ここに開示される、物品によるスペクトル吸収を測定するシステムおよび方法は、以下の詳細な説明を図面と併せて読むことにより、よりよく理解される。詳細な説明および図面は、単に、ここで説明される様々な実施形態の実施例を提示するものである。当業者であれば、ここで説明される実施形態の範囲から逸れることなく、開示された実施例を変更、修正、および改変することができることと理解するであろう。様々な用途および設計上の考慮点のために、多様な変形例が想定される。しかし、記載を簡潔にするために、以下の詳細な説明では、想定される全ての変形例を個別に説明することはしない。

20

【 0 0 1 7 】

以下の詳細な説明において、スペクトル吸収を測定する様々なシステムおよび方法の実施例を提示する。複数の実施例における関連特徴は、同一または類似である場合があり、あるいは、異なる実施例において非類似である場合がある。記載を簡潔にするために、関連特徴は、各実施例で重複して説明することはない。その代わりに、関連する特徴名を使用することで、その関連する特徴名を有する特徴が、以前に説明した実施例における関連特徴に類似し得ることを、読者に知らせる。ある実施例に特有の特徴については、その特定の実施例において説明する。いずれの特徴も、いずれかの図または実施例における関連特徴についての具体的な描写と同じまたは類似である必然性はないと、読者は理解すべきである。

30

【 0 0 1 8 】

様々な用途に使用される物品に対して、使用前に検査プロセスを実施する場合がある。たとえば、美的な性質の物品であれば、物品の品質管理を確実にするために、外観不良について検査する場合がある。機器の動作において不可欠な物品であれば、機器の動作中に当該物品に生じる不具合を削減または排除する目的で、欠陥および欠損について検査する場合がある。溶着または接着によって接合された物品は、溶着または接着プロセスの後に、溶着部および物品の完全性を検証するために検査する場合がある。

40

【 0 0 1 9 】

物品の検査には、様々なプロセスがある。一例では、物品の表面の欠陥を識別するために、個人が物品を目視で検査することがある。別例では、光学システムで光センサを用いて物品の画像データを取得し、ソフトウェアの分析プログラムを使用して物品を検査することがある。物品の検査の精度は、環境条件によって変動する場合がある。たとえば、物品を検査する環境の照明条件が、物品の検査の精度を変動させることがある。照明レベルが低い場合、物品の欠陥が不可視であることがある。照明が明るい場合、物品の欠陥が光

50

によって白飛びしてしまうことがある。

【 0 0 2 0 】

また、光の照射パターンも、物品の検査精度を変動させることがある。たとえば光が、物品の凹面または凸面などの表面を不均一に照らす場合、物品の欠陥が不可視であるか識別されないことがある。さらに、物品のサイズおよび形状が変化するにつれて、物品の検査の精度も変動する場合がある。物品の検査の精度のバラつきは、検査で合格とされた物品における欠陥および不具合の増加につながる可能性がある。

【 0 0 2 1 】

ここで説明される実施形態は、欠陥の検出のために物品のスペクトル吸収を測定するシステムおよび方法を提供することで、上述の問題点の解決に取り組む。物品のスペクトル吸収を測定するシステムおよび方法は、光源からの光を誘導し物品を所望のレベルで照らすための光ガイドを備える場合がある。一例では、光ガイドは、光源からの光を拡散または分散させて、物品または物品の一部が均等に照らされるようにすることがある。別例では、光ガイドは、光源からの光を集束させて、物品の一部が照らされるようにすることがある。光ガイドは、環境の変化、ならびに/あるいは、物品のサイズまたは形状の多様性に起因する検査の条件変動を削減または排除することにより、物品検査の精度を向上させることがある。また、物品のスペクトル吸収を測定するシステムおよび方法は、物品からの光の吸収および/または反射を測定するための光センサをも備える場合がある。物品のスペクトル吸収を測定するシステムおよび方法はさらに、反射光または吸収光のピクセル勾配値を求めて物品が欠陥を含むかどうかを識別する処理装置をも備える場合がある。

10

20

【 0 0 2 2 】

図 1 は、一実施形態による欠陥識別システム 1 0 0 を示す。欠陥識別システム 1 0 0 は、物品の光特性を検出して物品 1 0 6 における欠陥を識別するように構成されることがある。光特性には、物品 1 0 6 の光吸収特性が含まれる場合がある。一実施形態では、物品 1 0 6 は、光の様々な波長を吸収する 1 つまたは複数のポリマを含むことがある。一例では、欠陥識別システム 1 0 0 は、樹脂材料を含む物品 1 0 6 の光特性を測定して物品 1 0 6 における欠陥を識別するために、樹脂の供給業者が使用し得る。欠陥識別システム 1 0 0 は、1 つの物品 1 0 6、あるいは、1 ロットまたは 1 グループの物品 1 0 6 における欠陥の識別に用いられることがある。一例では、物品 1 0 6 は、射出成形および/またはサンプル試験のために使用されるカスタムまたは独自のコンパウンド済みポリマである場合があり、欠陥識別システム 1 0 0 は、当該カスタムまたは独自のコンパウンド済みポリマにおける欠陥の識別に用いられる場合がある。

30

【 0 0 2 3 】

欠陥識別システム 1 0 0 は、光源 1 0 2 と、バックプレート 1 0 4 と、物品 1 0 6 と、光センサ 1 0 8 とを備えることがある。光源 1 0 2 は、1 つまたは複数の照明要素 1 1 0 を含む場合がある。一例では、照明要素 1 1 0 は、白熱電球、ハロゲン電球、フルスペクトル光源、または蛍光電球である場合がある。別の実施形態では、照明要素 1 1 0 は、発光ダイオード (LED)、ハロゲンランプ、紫外線ランプ、コンパクト形蛍光ランプ (CFL)、レーザ、赤外線ランプなどであり得る。照明要素 1 1 0 は、規定の波長または波長スペクトルにて光を照射することができる。一実施形態では、光は、350 ナノメートル (nm) ~ 450 nm の範囲の波長スペクトルを有する低域紫外線または高域紫外線である場合がある。別の実施形態では、光は、750 nm ~ 1000 nm の範囲の波長スペクトルを有する近赤外線である場合がある。別の実施形態では、光は、950 nm ~ 1100 nm の範囲内などである 1 ミクロン帯レーザ光である場合がある。別の実施形態では、光は、1700 nm ~ 2000 nm の範囲の波長スペクトルを有する赤外線である場合がある。別の実施形態では、光は、水によって吸収される波長である 1550 nm などの、単一波長の光である場合がある。非破壊的手法によって識別すべき欠陥または欠損が溶着接合部または溶着領域である場合、赤外線の波長として、溶着部の形成に使用されたエネルギーの波長と同じまたは実質的に同じ波長を選択することができる。たとえば、一方の

40

50

パーツが透明（レーザ透過性）で他方のパーツが不透明（レーザ吸収性）であり、且つ、それらのパーツが960nmレーザ（1ミクロン帯レーザとも呼ばれる）を用いて溶着されている場合、赤外線波長として、960nm、または960nmと実質的に同じ波長（たとえば、960nm±1%、±5%、または±10%以内）が選択される。溶着部の形成に使用されたエネルギーの波長を、溶着部の照明に使用される光エネルギー（たとえば赤外線）と一致させることは、溶着部の品質を可視化する非破壊的手法であり、それはたとえば、吸収光に基づく溶着部のピクセル値を査定することによる手法である。パーツの溶着性を確認するうえで、パーツの切断を必要としない。

【0024】

一実施形態では、光源102が、検査のために物品106を照らすことがある。一例では、物品106は、樹脂供給業者からの物品であって、レーザ吸収性物品のマスターバッチの一部であり、物品106のレーザ吸収性および/またはレーザ透過性のレベルの測定に使用されるものである場合がある。後述するように、欠陥識別システム100は、物品106が溶着される前（溶着前とも呼ばれる）または物品106が溶着された後（溶着後とも呼ばれる）に、物品106の吸収性および/または透過性についての物品106の検査に使用され得る。たとえば、溶着前の物品106を検査して、物品106におけるレーザプラスチック溶着の実現性を判定することができる。一実施形態では、欠陥識別システム100は、物品106のパーツが全部そろった集合体をレーザ溶着のために検査する場合がある。別の実施形態では、欠陥識別システム100は、物品106の個別のパーツまたは部分を検査する場合がある。別の実施形態では、欠陥識別システム100は、マスターバッチにおける、あるサンプル数の透過性物品106を検査する場合がある。別の実施形態では、欠陥識別システム100は、物品106のプレコンパウンド済みポリマまたは原料ポリマを検査する場合がある。別の実施形態では、欠陥識別システム100は、ドープされた物品106を検査する場合がある。後述するように、ドープされた物品106は、ガラス充填材、繊維充填材、着色化合物、吸収剤化合物、すす化合物などの化合物でドープされたポリマ物品であり得る。

【0025】

光源102は、バックプレート104および/または物品106に向けて光を発することがある。一例では、バックプレート104および/または物品106は、光の少なくとも一部分を反射する場合がある。別例では、バックプレート104および/または物品106は、光の少なくとも一部分を吸収する場合がある。一例では、バックプレート104はライトテーブルであることがある。別例では、バックプレート104が光を反射する場合、バックプレート104は白色のプラスチック材料であり得る。別例では、バックプレート104が光を吸収する場合、バックプレート104は黒色のプラスチック材料であり得る。別例では、バックプレート104の反射性および/または吸収性を調整して所望の光反射特性または光吸収特性を得るために、バックプレート104を他の色および/または材料にする場合がある。

【0026】

一実施形態では、物品106は透過性材料であることがある。別の実施形態では、物品106は吸収性材料であることがある。一例では、バックプレート104が光を反射する反射性材料であり、物品106が透過性材料である場合がある。別の実施形態では、物品106は、透き通った材料、部分的に透き通った材料、不透明に見える材料、または色付きに見える材料である場合がある。

【0027】

一実施形態では、バックプレート104は、物品106から隔てられていることがある。一例では、バックプレート104は、物品106に当接していることがある。別例では、バックプレート104は、間隙によって物品106から隔てられている場合がある。別の実施形態では、バックプレート104は、接合部112によって物品106に接合されている場合がある。たとえば、バックプレート104は、レーザ溶着、超音波溶着、糊付け、溶剤接着、ホットプレート溶着、赤外線溶着などによって物品106に接合され得る

10

20

30

40

50

。たとえば、レーザ溶着では、レーザ光線を用いて集中した熱源を得ることで、バックプレート104と物品106との間に、細くて深い溶着部を形成し且つ高い溶着速度を達成することができる。レーザ溶着は、自動車産業などの、オートメーションを用いた大量用途において使用されることがある。

【0028】

たとえば、接合部112またはバックプレート104または物品106は、光源102からの光の少なくとも一部分を、光センサ108に向けて反射する場合がある。光センサ108は、接合部112、バックプレート104、または物品106が反射した光量を測定することができる。一例では、光センサ108は、光スペクトル全体にわたって反射された光を測定できるフルスペクトル光センサであり得る。別例では、光センサ108は、ある光スペクトル範囲内で反射された、光の一部分を測定する場合がある。別例では、光センサ108は、スチルカメラ、ビデオカメラ、赤外線センサなどであり得る。

10

【0029】

光センサ108は、処理装置114に接続している場合がある。光センサ108は、光測定情報を処理装置114に送ることがある。処理装置114は、光測定情報を分析して、接合部112、バックプレート104、または物品106に欠陥または欠損がある可能性があるかを判定する場合がある。一例では、処理装置114が物品106において欠陥または欠損を検出した場合、処理装置114はユーザに警告通知を送ることがあり、それはたとえば、ディスプレイまたはユーザインタフェースに警告を表示すること、あるいは別の装置に通知を通信することによって実施される。別例では、処理装置114が物品106において欠陥または欠損を検出しない場合、処理装置114はユーザに承認通知を送ることがあり、それはたとえば、ディスプレイまたはユーザインタフェースにメッセージを表示すること、あるいは、別の装置に通知を通信することによって実施される。

20

【0030】

一例では、処理装置114は、光測定値を予め定められた測定値と比較して、物品106が吸収する光量が、欠陥または欠損が無いことを表す許容範囲内であるかどうかを判定する場合がある。物品106が吸収する光量が許容範囲内である場合、処理装置114は承認通知を送ることがある。物品106が吸収する光量が許容範囲内でない場合、処理装置114はエラー通知を送ることがある。別例では、処理装置114は、接合部112、バックプレート104、および/または物品106の別々の部分同士を比較して、別々の部分間のコントラストレベルを求める場合がある。コントラストレベルが許容範囲内である場合、処理装置114は承認通知を送ることがある。コントラストレベルが許容範囲内でない場合、処理装置114はエラー通知を送ることがある。

30

【0031】

一例では、欠陥識別システム100は、光吸収特性および/または光透過特性について、接合部を含むポリマ物品および/または未接合のポリマ物品を検査するために使用され得る。物品は、レーザ溶着のためのパーツが全部そろった集合体（溶着済みまたは未溶着）、物品106の個別のパーツ、材料のサンプルチップまたはマスターバッチ、プレコンパウンド済みポリマまたは原料ポリマ、あるいは、ガラス/繊維充填材、着色剤、吸収剤、すすなどの任意の化合物でドーブされたポリマである場合がある。

40

【0032】

図2は、物品106に複数の透過性パーツが含まれる、一実施形態による図1の欠陥識別システム100を示す。図2のいくつかの特徴は、別段明記されていない限り、図1において同じ符号で示すいくつかの特徴と同一または類似である。一実施形態では、物品106は、第1の部分106aと第2の部分106bとを含むことがある。

【0033】

一例では、第1の部分106aおよび/または第2の部分106bは、光の少なくとも一部分を反射することがある。別例では、第1の部分106aおよび/または第2の部分106bは、光の少なくとも一部分を吸収することがある。一実施形態では、第1の部分106aおよび/または第2の部分106bは、透過性材料であり得る。別の実施形態で

50

は、第1の部分106aおよび/または第2の部分106bは、吸収性材料であり得る。一例では、第1の部分106aが透過性材料であり、第2の部分106bが透過性材料である場合がある。別例では、第1の部分106aが透過性材料を含み、第2の部分106bが吸収性材料である場合がある。別例では、第1の部分106aが吸収性材料を含み、第2の部分106bが透過性材料である場合がある。別例では、第1の部分106aが吸収性材料を含み、第2の部分106bが吸収性材料である場合がある。

【0034】

一例では、第1の部分106aが第2の部分106bに接合していることがある。たとえば、第1の部分106aは、レーザ溶着、超音波溶着、糊付け、溶剤接着、ホットプレート溶着、赤外線溶着などによって第2の部分106bに接合されている場合がある。たとえば、レーザ溶着では、レーザ光線を用いて集中した熱源を得ることで、第1の部分106aと第2の部分106bとの間に、細くて深い溶着部を形成し且つ高い溶着速度を達成することができる。レーザ溶着は、自動車産業などの、オートメーションを用いた大量用途において使用されることがある。

10

【0035】

上記接合手法によって、第1の部分106aと第2の部分106bとが接合された接合部116が形成されることがある。一例では、光源102が、検査のために接合部116を照らす場合がある。別例では、光源102は、検査のために、第1の部分106aおよび/または第2の部分106bの少なくとも一部分を照らす場合がある。

20

【0036】

たとえば、接合部116、第1の部分106a、第2の部分106b、接合部112、および/またはバックプレート104は、光源102からの光の少なくとも一部分を光センサ108に向けて反射することがある。光センサ108は、処理装置114に接続している場合がある。上述したように、光センサ108は、光測定情報を処理装置114に送ることがある。処理装置114は、光測定情報を分析して、物品106の接合部116、第1の部分106a、または第2の部分106bに欠陥または欠損がある可能性があるかを判定する場合がある。一例では、処理装置114が物品106において欠陥または欠損を検出した場合、処理装置114はユーザに警告通知を送ることがあり、それはたとえば、ディスプレイまたはユーザインタフェースに警告を表示すること、あるいは、別の装置に通知を通信することによって実施される。別例では、処理装置114が物品106において欠陥または欠損を検出しない場合、処理装置114はユーザに承認通知を送ることがあり、それはたとえば、ディスプレイまたはユーザインタフェースにメッセージを表示すること、あるいは、別の装置に通知を通信することによって実施される。

30

【0037】

一例では、処理装置114は、光測定値を予め定められた測定値と比較して、物品106が反射した光量が、欠陥または欠損が無いことを表す許容範囲内であるかどうかを判定する場合がある。光測定値が許容範囲内である場合、処理装置114は承認通知を送ることがある。光測定値が許容範囲内でない場合、処理装置114はエラー通知を送ることがある。別例では、処理装置114は、接合部116、第1の部分106a、および/または第2の部分106bの別々の部分同士を比較して、別々の部分間のコントラストレベルを求める場合がある。コントラストレベルが許容範囲内である場合、処理装置114は承認通知を送ることがある。コントラストレベルが許容範囲内でない場合、処理装置114はエラー通知を送ることがある。欠陥または欠損が、2つのパーツを接合している溶着部における欠損である場合、コントラストレベルは溶着性指数に相当する可能性がある。溶着性指数とは、ピクセル値などの値であって、溶着性に関連してパーツの赤外線吸収特性を表す。溶着性指数は、いくつかの実施形態では、0~255のスケール(グレースケール)のうち0~133の範囲内に属するか、あるいは、0~133のうち任意の範囲に属することができる。この範囲の外の、たとえば134~255の溶着性指数を有するパーツは、許容範囲に属しないとみなされることができ、処理装置114はエラー通知を送ることが可能である。

40

50

【 0 0 3 8 】

図 3 は、物品 1 0 6 に光吸収性材料が含まれる、一実施形態による図 1 の欠陥識別システム 1 0 0 を示す。図 3 のいくつかの特徴は、別段明記されていない限り、図 1 および図 2 において同じ符号で示すいくつかの特徴と同一または類似である。一実施形態では、物品 1 0 6 は、光源 1 0 2 からの光の第 1 の部分を吸収し且つ光源 1 0 2 からの光の第 2 の部分を反射する光吸収性材料である場合がある。一例では、光源 1 0 2 からの光波の第 1 の部分は、物品 1 0 6 の一部分のみを通過した後に吸収され、光源 1 0 2 からの光波の第 2 の部分は、物品 1 0 6 の一部分のみを通過した後に反射されることがある。この例では、光波はバックプレート 1 0 4 に到達せず、光センサ 1 0 8 が受光する全ての光波は直接物品 1 0 6 によって反射されるものである場合がある。別例では、光源 1 0 2 からの光波の第 1 の部分は、物品 1 0 6 を通過した後にバックプレート 1 0 4 によって吸収または反射され、光源 1 0 2 からの光波の第 2 の部分は、物品 1 0 6 の一部分のみを通過した後に吸収され、光源 1 0 2 からの光波の第 3 の部分は、物品 1 0 6 の一部分のみを通過した後に反射されることがある。この例では、光センサ 1 0 8 が受光する光波は、直接物品 1 0 6 によって反射される。

10

【 0 0 3 9 】

図 4 は、光源 1 0 2 が物品 1 0 6 内に位置し、物品 1 0 6 中を伝搬する光を反射および/または吸収するバックプレート 1 0 4 を備える、一実施形態による図 1 の欠陥識別システム 1 0 0 を示す。図 4 のいくつかの特徴は、別段明記されていない限り、図 1 ~ 図 3 において同じ符号で示すいくつかの特徴と同一または類似である。

20

【 0 0 4 0 】

物品 1 0 6 は、空洞部 4 0 2 を含むことがある。空洞部 4 0 2 は、物品 1 0 6 内部に空いた空間である場合がある。光源 1 0 2 は、空洞部 4 0 2 内に収まる形状であり得る。一例では、光源 1 0 2 は、接合部 1 1 2 の近傍または物品 1 0 6 の表面の近傍に配置されることがある。

【 0 0 4 1 】

一実施形態では、光源 1 0 2 が物品 1 0 6 の空洞部内に配置されている場合、光源 1 0 2 は、バックプレート 1 0 4、物品 1 0 6、および/または物品 1 0 6 の接合部 1 1 2 の一部分に、光源 1 0 2 からの光を拡散または集束させることがある。別の実施形態では、光源 1 0 2 が物品 1 0 6 の空洞部内に配置されている場合、光が、光源 1 0 2 から拡散して実質的に物品 1 0 6 全体を照らすことがある。一例では、物品 1 0 6 は、円筒形、四角形、長方形、または他の形状であり得る。別例では、物品 1 0 6 は、第 1 の部分 1 0 6 a と第 2 の部分 1 0 6 b とを含む場合がある。一実施形態では、第 1 の部分 1 0 6 a が、第 2 の部分 1 0 6 b 内に挿入または収容されていることがある。別の実施形態では、第 1 の部分 1 0 6 a が、第 2 の部分 1 0 6 b に接着または溶着されていることがある。光センサ 1 0 8 は、処理装置 1 1 4 による分析のために、物品 1 0 6 を透過する光量を測定する場合がある。

30

【 0 0 4 2 】

一実施形態では、光源 1 0 2 が空洞部 4 0 2 内に配置されている場合、欠陥識別システム 1 0 0 の光センサ 1 0 8 および処理装置 1 1 4 は、円周溶着部を検出するように構成されることが可能である。たとえば、光センサ 1 0 8 および/またはバックプレート 1 0 4 が物品 1 0 6 を照らすにつれて、光センサ 1 0 8 および処理装置 1 1 4 は、物品 1 0 6 の円周画像を取得することがある。一例では、光センサ 1 0 8 が物品 1 0 6 の円周画像を取得できるように、物品 1 0 6 が軸周りに回転する場合がある。別例では、光センサ 1 0 8 が物品 1 0 6 の円周画像を取得できるように、光センサ 1 0 8 が軸周りに回転する場合がある。一実施形態では、円周画像は、物品 1 0 6 の連続像であり得る。別の実施形態では、円周画像は複数の画像を含むことがあり、処理装置 1 1 4 がそれらの複数の画像を連結、集合、または合体させることで、円周溶着部の全貌図が生成され得る。処理装置 1 1 4 は、円周画像を分析して、円周溶着部における異常または欠陥を識別する場合がある。

40

【 0 0 4 3 】

50

図5は、円錐形ミラー502を備える、一実施形態による図1の欠陥識別システム100を示す。図5のいくつかの特徴は、別段明記されていない限り、図1～図4において同じ符号で示すいくつかの特徴と同一または類似である。

【0044】

欠陥識別システム100は、図4においてと同様に、光源102と、物品106の空洞部402内に配置された光ガイド506とを備える場合がある。光ガイド506は、光源102からの光を誘導して物品106を所望のレベルで照らすことがある。一例では、光ガイド506は、物品106または物品106の一部が均等に照らされるように、光源102からの光を拡散または分散させる場合がある。別例では、光ガイド506は、物品106の一部が照らされるように、光源102からの光を集束させる場合がある。光ガイド506は、環境の変化、ならびに/あるいは、物品106のサイズまたは形状の多様性に起因する検査の条件変動を削減または排除することにより、物品検査の精度を向上させることがある。

10

【0045】

一実施形態では、光源102、光ガイド506、および物品106は、円錐形ミラー502の空洞部504内に配置される場合がある。空洞部504は、円錐形ミラー502における窪み、溝、または凹部であり得る。一例では、空洞部504は、円錐形ミラー502の中央部の中心に位置することがある。一例では、円錐形ミラー502は、円錐形の凹状ミラーであり得る。光が物品106から発せられて光ガイド506および物品106を通過してくるにつれて、円錐形ミラー502は、光を光センサ108に向けて反射する場合がある。円錐形ミラー502は、光を反射して、光センサ108が受光する光量を増大させることがある。光センサ108が受光する光量が増大すると、物品106において欠陥および欠損を検知するために処理装置114が使用する光測定値の精度が向上する可能性がある。

20

【0046】

図6は、光源602が光センサ108に設置されている、一実施形態による図1の欠陥識別システム100を示す。図6のいくつかの特徴は、別段明記されていない限り、図1～図5において同じ符号で示すいくつかの特徴と同一または類似である。光源602は、上述の光源102と同じ特性を有し得る。光源602は、光センサ108に設置される場合がある。一実施形態では、光源602が光センサ108に直付けされることがある。別の実施形態では、光源602が光センサ108の近傍かつ下方に配置されることがある。たとえば、光源602は、単一の環状光源または環状に配置された複数の光源を備えるリングライトである場合がある。光センサ108は、リングライトの中央または中心に位置することがある。光源602は、物品106の影を取り除くように光を物品106に拡散する場合がある。それに続いて、光センサ108は、物品106が吸収した光を検知して、物品106における欠陥または異常を識別する場合がある。

30

【0047】

図7は、物品106が物品106の第1の部分106aと物品106の第2の部分106bとの間に光吸収性化合物702を含む、一実施形態による図1の欠陥識別システム100を示す。図7のいくつかの特徴は、別段明記されていない限り、図1～図6において同じ符号で示すいくつかの特徴と同一または類似である。

40

【0048】

一実施形態では、光吸収性化合物702は、物品106の表面に塗布されていることがある。一例では、物品106が第1の部分106aと第2の部分106bとを含む場合、光吸収性化合物702は、第1の部分106aと第2の部分106bとの間に塗布されている場合がある。光吸収性化合物702は、赤外線(IR)インクまたはIRペイントであり得る。一例では、光吸収性化合物702は、物品106の第1の部分106aおよび/または第2の部分106bの材料よりも多くの光量を吸収することで、物品106の欠陥または異常と、物品106の他の部分の材料または溶着部との間のコントラスト比を増大させる場合がある。光吸収性化合物702は、スプレー、ペイント、フィルムなどによ

50

って、第1の部分106aおよび/または第2の部分106bに塗布されることができる。一例では、物品106の欠陥または異常と、物品106の他の部分の材料または溶着部との間のコントラスト比が増大すると、処理装置114は、以下に説明するように、欠陥または異常を材料および/または溶着部の正常画像のライブラリまたはデータベースと比較した際に、欠陥または異常をより正確に識別する可能性がある。

【0049】

別例では、処理装置114は、光吸収性化合物702が反射した光を分析することで、光吸収性化合物702が物品106適切に塗布されているかどうかを判定する場合がある。光吸収性化合物702が第1の吸収レベルを有する領域である物体106の第1の領域または部分と、光吸収性化合物702が第1の吸収レベルとは異なる第2の吸収レベルを有する領域である物体106の第2の領域または部分とが存在する場合、処理装置114は、光吸収性化合物702が均一または適切に塗布されなかったと判定することがある。

10

【0050】

図8は、物品106の上面に光吸収性化合物702が含まれる、一実施形態による図1の欠陥識別システム100を示す。図8のいくつかの特徴は、別段明記されていない限り、図1～図7において同じ符号で示すいくつかの特徴と同一または類似である。上述のとおり、光吸収性化合物702は、物品106の任意の表面に塗布され得る。物品106が単一の材料または一体化した物品である場合、光吸収性化合物702は、物品106の上面または底面などの表面に塗布されることがある。光吸収性化合物702が物品106の表面に塗布されている場合、物品106の表面の欠陥または異常と、物品106の正常な材料または溶着部との間のコントラスト比が増大し、欠陥または異常を識別する処理装置114の精度が向上することがある。

20

【0051】

図9は、一実施形態による物品106の欠陥を識別する方法を示すフローチャート900を表す。図9のいくつかの特徴は、別段明記されていない限り、図1～図8において同じ符号で示すいくつかの特徴と同一または類似である。本方法は、光源を用いて物品の少なくとも一部分を照らすステップ(ブロック902)を含むことがある。一実施形態では、物品は、照らされるにつれて、光源からの光を吸収または反射する場合がある。一例では、物品に不備または欠陥が存在しない場合、物品全体がほぼ同じ吸収レベルにて光を吸収することがある。別例では、物品に不備または欠陥が存在しない場合、物品全体がほぼ同じ反射レベルにて光を反射することがある。別例では、物品の第1の部分が第1のレベルにて光を吸収または反射し、物品の第2の部分が第2のレベルにて光を吸収または反射する場合がある。一例では、物品が2つの物品を単一の物品に連結または結合する溶着部を有する場合、物品の第1の部分は、溶着されていない材料であって第1のレベルにて光を吸収または反射し、物品の第2の部分は、物品が溶着された溶着部であって第2のレベルにて光を吸収または反射することがある。溶着部は、物品を構成する2つのパーツにレーザーエネルギーなどのエネルギーを当てることで形成されることがある。そのエネルギーの波長は、光源からの光の波長と実質的に同じ(たとえば互いの $\pm 1 \sim 15\%$ 以内)であり得る。それらの波長が一致している場合、人間による主観的な解釈を用いずに溶着部の品質を機械によって確かかつ客観的に判定できることが見出されている。

30

40

【0052】

別例では、物品が不備または欠陥を含む場合、物品の第1の部分が、物品において不備または欠陥を含まないパーツであり、物品の第2の部分が、物品において不備または欠陥を含むパーツである場合がある。この例では、不備または欠陥は、不備または欠陥を含まないパーツとは異なるレベルで光を吸収または反射することがある。別例では、物品の第1の部分および第2の部分が、溶着部の別々の部分である場合がある。溶着部に不備、欠陥、または弱点が無い良好な溶着部である場合、物品の第1の部分および第2の部分は同レベルにて光を吸収または反射することがある。溶着部に不備、欠陥、または弱点がある不良な溶着部である場合、物品の第1の部分および第2の部分は異なるレベルにて光を吸収または反射することがある。上述のとおり、溶着部の品質は、溶着性指数として表すこ

50

とができる。溶着性指数は、いくつかの実施形態では、0～255のスケール（たとえばグレースケール）のうち0～133の範囲内であるか、あるいは、0～133のうちの任意のサブセット範囲内（たとえば0～125または0～130）であることが可能である。良好/不良な溶着部品質を規定する正確な閾値は、当業者が認識するであろう外部要件に基づきことができ、それらの外部要件とは、溶着される物品の種類、その用途、顧客のニーズなどである。この閾値は、用途または顧客のニーズに基づいて、照明装置の操作者が簡単に変更できるものである。

【0053】

本方法は、物品が反射する光量をセンサで測定するステップ（ブロック904）を含むことがある。一例では、センサは、物品が反射する光量を測定する光学センサであり得る。反射光量は、物品によって吸収されない光の量である場合がある。別例では、センサは、物品が吸収する光量を測定する光学センサであり得る。吸収光量は、物品によって反射されない光の量である場合がある。本方法は、物品の少なくとも一部分について、反射光のピクセル勾配値またはコントラスト比を検出するステップ（ブロック906）を含むことがある。一例では、処理装置が、物品の別々の箇所において反射または吸収された光量を表す画像をセンサから受け取る場合がある。処理装置は、物品の別々の箇所における反射光量同士を比較することで、別々の箇所間のコントラスト比（または溶着性指数）を求める場合がある。一実施形態では、処理装置は、2箇所における反射レベルの差の絶対値を算出することでコントラスト比（または溶着性指数）を求める場合がある。別の実施形態では、処理装置は、2箇所における反射レベルの相対差を算出することでコントラスト比（または溶着性指数）を求める場合がある。

10

20

【0054】

別の実施形態では、処理装置は、物品または物品の一部に関する所望またはデフォルトの反射レベルまたは吸収レベルについてのデータベースにアクセスするか、またはそのようなデータベースを記憶していることがある。一例では、データベースは、物品の様々な種類、物品の様々な形状、物品の様々な材料、物品の様々な部位などの物品の様々なデフォルト特性に関する複数の反射レベル値および/または吸収レベル値を含む場合がある。一例では、センサは、センサによるセンサ測定値を用いて物品のデフォルト特性を検出することができる。たとえば、センサは、物品の色を検出することで物品のデフォルト特性を選択する光学センサである場合がある。別例では、センサは、物品の寸法情報を測定することで物品のデフォルト特性を選択することができる。別例では、処理装置が、タッチパネル、キーボード、マウスなどの入力装置からデフォルト特性を受け取る場合がある。別例では、デフォルト特性は、光源の下方に物品が無くて光がバックプレートから反射して直接にセンサに至る状態で取得された測定値である場合がある。処理装置は、データベース内の所望の反射レベルまたは所望の吸収レベルと、センサによる測定反射レベルまたは測定吸収レベルとの差を検出することで、コントラスト比を求めることがある。

30

【0055】

一実施形態では、本方法は、コントラスト比に基づいて物品の特性を判定するステップ（ブロック908）を含むことがある。一例では、物品の特性は、物品の欠陥、物品の不備、物品の同質性レベル、物品の溶着部の強度レベル、物品の溶着部の弱さレベル、物品の溶着特性（たとえば、物品の材料が溶着可能であるかどうか）などであり得る。別例では、物品の特性は、透過性材料から吸収性材料へ変化する材料、透過性材料から透過性材料へ変化する材料、透過性材料から追加で塗布またはドープされた吸収剤を含む透過性材料へ変化する材料、単一の透過性の物品、単一の吸収性の物品、物品に塗布された光吸収性化合物、材料中に化合物がドープされた材料、物品の接合の種類（たとえば超音波溶着、糊付け、溶剤接着、ホットプレート溶着、赤外線溶着）などを含む場合がある。

40

【0056】

物品の特性は、検出されたコントラスト比（または溶着性指数）によって表されることがある。たとえば、検出されたコントラスト比が閾値または閾比を下回る場合、そのコントラスト比は物品に欠陥が含まれていないことを表し得る。別例では、検出されたコント

50

ラスト比が閾値を上回る場合、そのコントラスト比は物品に欠陥が含まれることを表し得る。あるいは、溶着性指数が閾値を下回る場合、その溶着性指数は、上述のように、物品に欠陥が含まれることを表し得る。別例では、溶着性指数が閾値を上回る場合、その溶着性指数は、容認できない欠陥は物品に全く含まれていないことを表し得る。

【 0 0 5 7 】

一例では、物品 9 1 0 は、第 1 のコントラスト比を有する第 1 の部分 9 1 2 と、第 2 のコントラスト比を有する第 2 の部分 9 1 4 と、第 3 のコントラスト比を有する第 3 の部分 9 1 6 と、第 4 のコントラスト比を有する第 4 の部分 9 1 8 とを含む。第 1 の部分 9 1 2 の第 1 のコントラスト比および第 3 の部分 9 1 6 の第 3 のコントラスト比が閾値を下回る場合があり、そのことは、物品の第 1 の部分 9 1 2 および第 3 の部分 9 1 6 に欠陥が含まれないことを表す。第 2 の部分 9 1 4 の第 2 のコントラスト比および第 4 の部分 9 1 8 の第 4 のコントラスト比が閾値を超過する場合があり、そのことは、物品の第 2 の部分 9 1 4 および第 4 の部分 9 1 8 に欠陥が含まれることを表す。

10

【 0 0 5 8 】

別例では、物品 9 2 0 は、第 1 のコントラスト比を有する第 1 の部分 9 2 2 と、第 2 のコントラスト比を有する第 2 の部分 9 2 4 とを含む。第 1 の部分 9 2 2 の第 1 のコントラスト比が閾値を下回る場合があり、そのことは、第 1 の部分 9 2 2 が、閾レベルより高い強度レベルの溶着部を含み得ることを表す。第 2 の部分 9 2 4 の第 2 のコントラスト比が閾値を超過する場合があり、そのことは、第 2 の部分 9 2 4 が、閾レベルより高い弱さレベルの溶着部を含み得ることを表す。本方法は、たとえば物品が欠陥、不備、強い溶着部、弱い溶着部などを有するかどうかなどの、物品の特性を表す通知をユーザに提供するステップ（ブロック 9 2 6）を含むことがある。通知は、ディスプレイに表示されたメッセージ、テキストメッセージ、物品の画像の一部をハイライトすることなどを含む場合がある。

20

【 0 0 5 9 】

上記開示は、独立した実用性を有する複数の別個の実施形態を包含している。これらの各実施形態を特定の形態で開示したが、数々のバリエーションが可能であるため、上記で開示し説明した具体的な実施形態は限定的な意味で捉えるべきでない。上述、ならびに、当該実施形態に関連する分野の当業者にとって本質的である、様々な要素、特徴、機能、および/または特質についての全ての新規および非自明な組み合わせおよび部分的組み合わせが、当該実施形態の内容に含まれる。本開示または添付の請求項に「要素」、「第 1 の要素」、または同等の用語が記載されている場合、2 つまたはそれ以上の当該要素が必要とされることも除外されることもなく、開示内容または請求項が 1 つまたは複数の当該要素を含んでいると理解すべきである。

30

【 0 0 6 0 】

出願人は、開示された複数の実施形態についての、新規および非自明だと思われる組み合わせおよび部分的組み合わせに関する請求項を提出する権利を保有する。本出願または関連出願における請求項の補正または新規の請求項の提示を通じて、特徴、機能、要素、および/または特質の他の組み合わせおよび部分的組み合わせによって実現される実施形態の権利保護を請求することができる。補正後または新規の請求項は、同じ実施形態に関するものか異なる実施形態に関するものかにかかわらず、且つ、当初の請求項に対して請求の範囲が異なるか、より広いか、より狭いか、または同等であるかにかかわらず、本明細書に記載された実施形態の内容の範囲内であるとみなされるべきである。

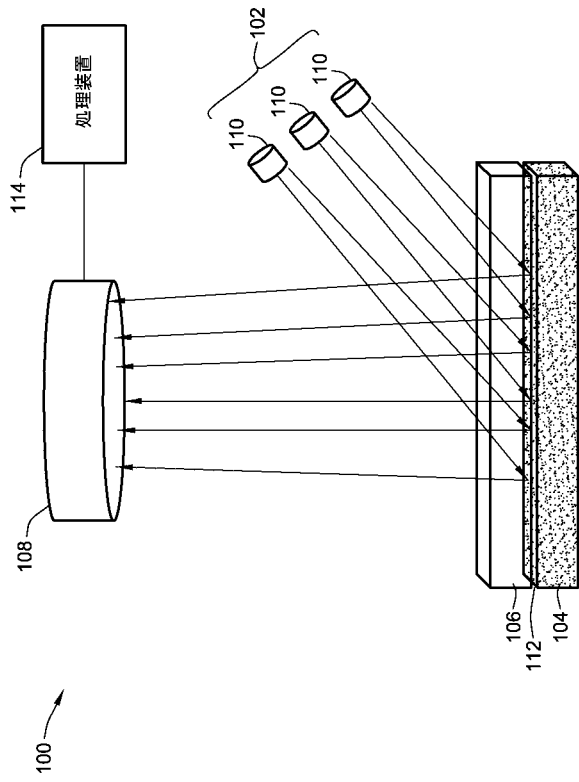
40

【 符号の説明 】

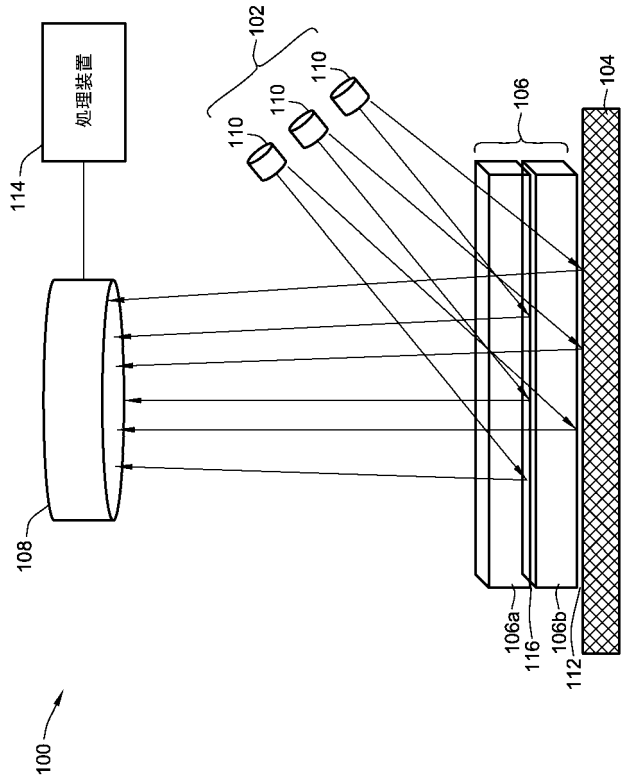
【 0 0 6 1 】

1 0 0 欠陥識別システム、1 0 2 光源、1 0 4 バックプレート、1 0 6 物品、1 0 8 光センサ、1 1 4 処理装置、7 0 2 光吸収性化合物。

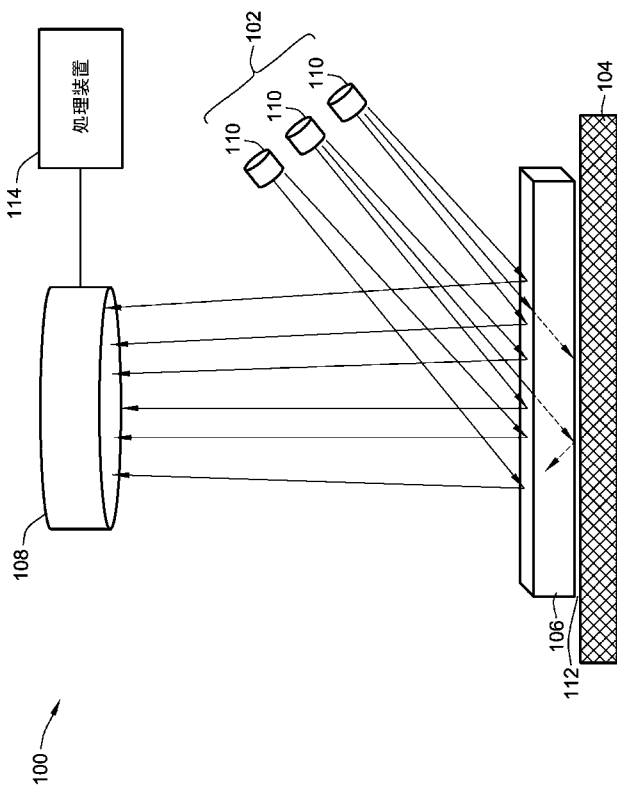
【 図 1 】



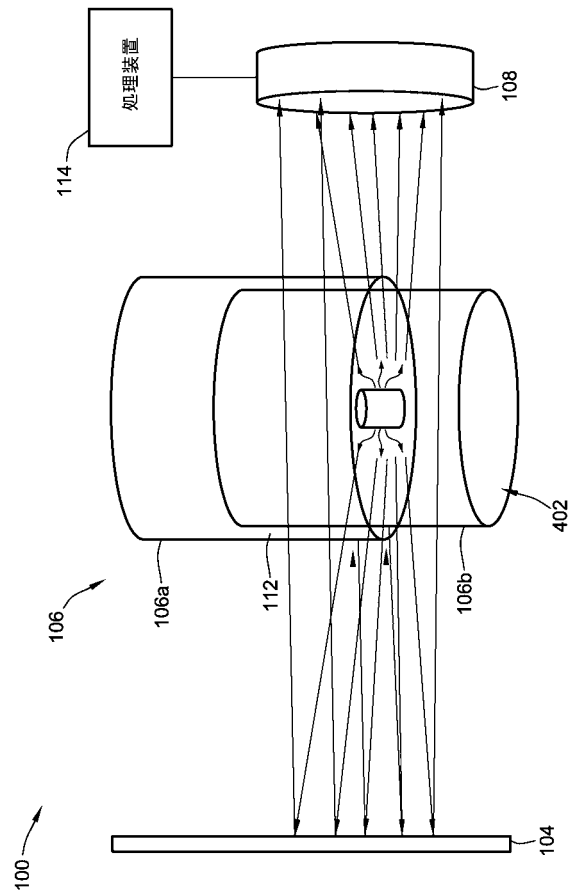
【 図 2 】



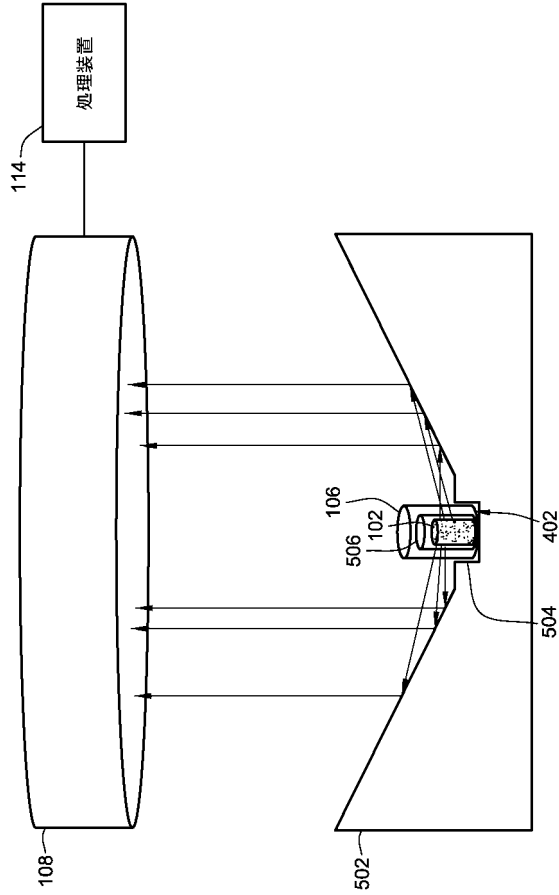
【 図 3 】



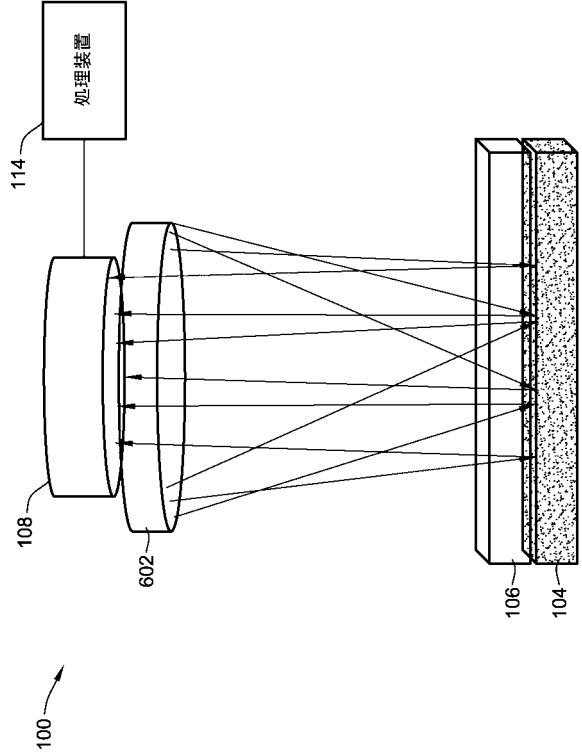
【 図 4 】



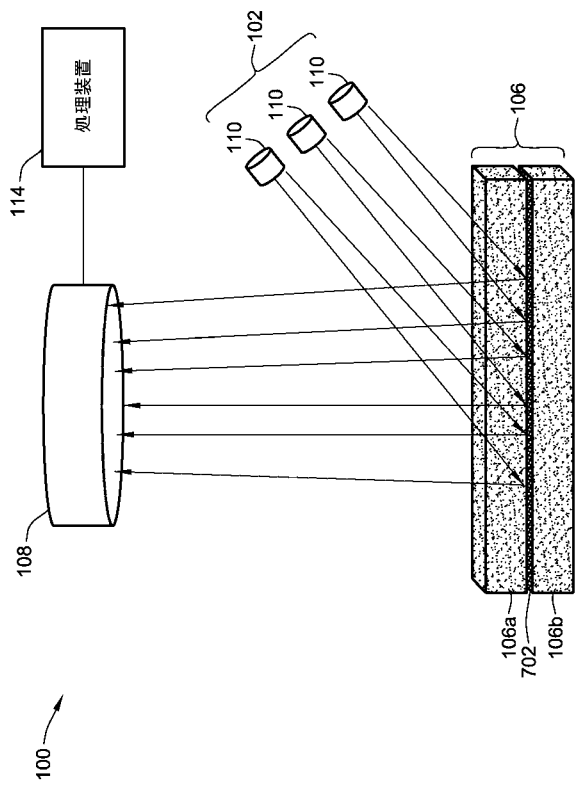
【 図 5 】



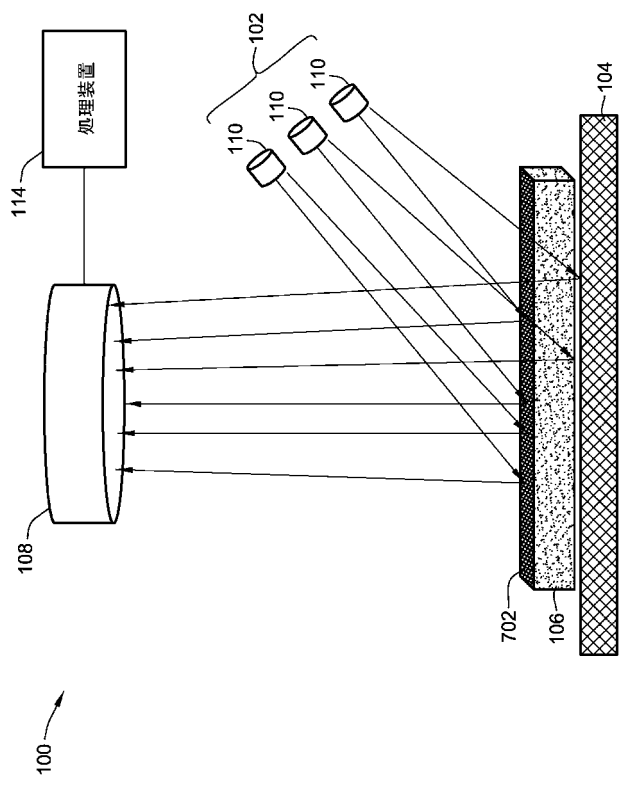
【 図 6 】



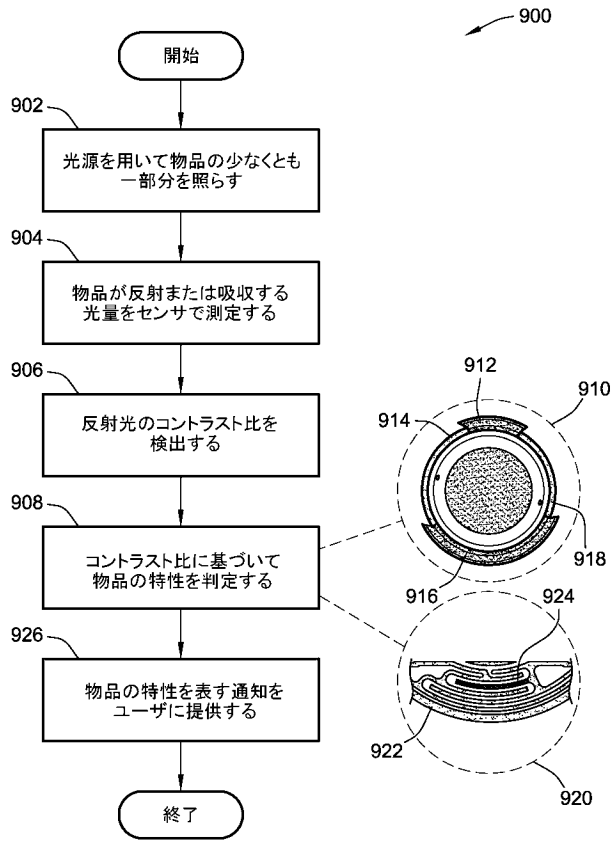
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G051 AA90 AB02 BA01 BA05 BA06 CA04 CB01 EA16 EB01 EC01
GC04 GD05
2G059 AA05 BB08 DD03 EE01 EE02 FF01 GG01 GG02 GG03 HH01
HH03 KK04 MM01 MM05

【 外国語明細書 】

**SYSTEMS AND METHODS FOR MEASURING SPECTRAL ABSORPTION BY
OBJECTS****CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS**

[0001] This application claims priority to U.S. Provisional Patent Application Serial No. 62/953,700, filed December 26, 2019, which is incorporated herein by reference in its entirety.

FIELD OF THE INVENTION

[0002] The present disclosure relates generally to non-destructive methods to determine weldability of parts welded together, and systems to accomplish the same.

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0003] Objects undergo an inspection process prior to being used in order to ensure quality, aesthetics, and reduce the risk of failure. Objects of an aesthetic nature may be inspected for imperfections. Objects that are critical to an operation of a machine may be inspected for imperfections and defects to reduce or eliminate failure of the objects during the operation of the machine. When the imperfection or defect sought to be identified is a weld joint or welded area, conventional approaches are destructive and require cutting or slicing the object through the weld joint to visually inspect the weld quality, adjusting the weld settings if the weld joint is deemed to be sub-optimal, welding a new set of parts together using the adjusted weld settings, cutting and inspecting the new weld joint, and repeating this process until the weld quality is deemed to be satisfactory. This process is time-consuming and also requires subjective assessments by well-trained weld inspectors, which can be prone to human error and requires specialized training and experience.

BRIEF SUMMARY

[0004] The present disclosure describes a non-destructive, non-invasive way of objectively assessing and characterizing weld quality or “weldability” of parts without cutting or slicing them through the weld joint or requiring a human operator to visually assess weldability. It has been found that when infrared light is directed at the weld joint using a wavelength that matches the wavelength of the energy (such as laser energy) used to weld the parts together, an objective comparison can be made without human intervention of the weldability of the parts. For example, when a 1nm laser is used to weld the parts together, directing a 1nm

- 2 -

wavelength of infrared light at the weld joint produces an absorption pattern or signature that can be detected using an imaging device, and the pixel values indicative of the amount of absorption can be used as an index as to the weldability of the parts. Advantageously, adjustments can be made automatically to weld parameters or settings until the weld joint quality or weldability is within an optimal range, at which time the weld parameters used to produce such optimal weld joint can be set and used thereafter to weld multiple sets of parts together during manufacturing to produce repeatable and reliably consistent weld joints using those optimized weld parameters.

[0005] According to an aspect of the present disclosure, a method includes: illuminating, by a light source, an entire object. The light source is a laser emitting light at one micron. The light source includes a back plate that reflects light emitted through a bottom of the object. The object is a material that absorbs a portion of the light emitted by the laser. The method further includes measuring, by a sensor, an amount of light absorbed by the object, wherein the amount of light absorbed by the object is the amount of light not reflected by the object; determining, by a processing device, a contrast ratio of the absorbed light by comparing an amount of light absorbed by the object to a default absorption value to obtain a difference between the amount of light absorbed by the object and the default absorption value; determining, by the processing device, a characteristic of the object based on the contrast ratio; and providing a notification to a user indicating the characteristic of the object.

[0006] The default absorption value can be a value indicative of an amount of light absorbed by a first portion of the object. The amount of light absorbed by the object can be an amount of light absorbed by a second portion of the object. The contrast ratio can be a difference between the amount of light absorbed by the first portion of the object and the amount of light absorbed by the second portion of the object. The default absorption value can be a value in a database associated with the object. The contrast ratio can be a relative difference between the default absorption value and the amount of light absorbed by the object. The characteristic of the object can be a type of the object, a shape of the object, or the material of the object. The characteristic of the object can be indicative of whether the object includes an imperfection or a flaw. The imperfection or the flaw can be an imperfection or a flaw of a weld of part of the object.

[0007] When the contrast ratio is above a threshold ratio the object can include the imperfection or the flaw; and when the contrast ratio is below the threshold ratio the object does not include the imperfection or the flaw. The object can include a first portion of the object that is welded to a second portion of the object.

- 3 -

[0008] The method can further include applying a light absorbing compound to a surface of the object to increase the contrast ratio. The light absorbing compound can be an infrared (IR) ink. The light absorbing compound can be sprayed onto the surface of the object, painted onto the surface of the compound, or applied as a film on the surface of the object.

[0009] According to another aspect of the present disclosure, a method includes: illuminating, by a light source, at least a portion of an object. The object is a material that absorbs or reflects a portion of the light emitted by the light source. The method further includes: measuring, by a sensor, an amount of light absorbed or reflected by the object; determining, by a processing device, a contrast ratio of the absorbed or reflected light by comparing the amount of light absorbed or reflected by the object to a default absorption or reflection value to obtain a difference between the amount of light absorbed or reflected by the object and the default absorption or reflection value; and determining, by the processing device, a characteristic of the object based on the contrast ratio.

[0010] The light source can be a laser emitting light at one micron. The light source can include a back plate that reflects light emitted through a bottom of the object.

[0011] According to yet another aspect of the present disclosure, a system includes: an object; a light source to transmit light toward the object; a back plate configured to reflect at least a portion of the light emitted from a bottom of the object; a light sensor to measure at least a portion of the light reflected from the joint of the object; and a processing device coupled to the light sensor. The processing device is configured to: determine an amount of light absorbed or reflected by the object; determine a contrast ratio of the absorbed or reflected light by comparing the amount of light absorbed or reflected by the object to a default absorption or reflection value to obtain a difference between the amount of light absorbed or reflected by the object and the default absorption or reflection value; and determine a characteristic of the object based on the contrast ratio.

[0012] The contrast ratio can be associated with a portion of the object. The contrast ratio can be associated with an entirety of the object. The object can be a welded object formed from at least two parts joined together by energy directed to the at least two parts, and a wavelength of the energy can be substantially the same as a wavelength of the light transmitted from the light source. The contrast ratio can correspond to a weldability index representative of the absorption properties of the object for weldability. The weldability index can include any subset range falling within a range set of 0-133 out of a scale of 0-255 such that when the weldability index falls within the subset range, the object is deemed to have an acceptable weld quality.

- 4 -

[0013] The object can be a welded object formed from at least two parts joined together by energy directed to the at least two parts, and a wavelength of the energy can be substantially the same as a wavelength of the light transmitted from the light source. The contrast ratio can correspond to a weldability index representative of the absorption properties of the object for weldability. The weldability index can include any subset range falling within a range set of 0-133 out of a scale of 0-255 such that when the weldability index falls within the subset range, the object is deemed to have an acceptable weld quality, and when the weldability index falls outside the subset range, the object is deemed to have an unacceptable weld quality.

[0014] The object can be a welded object formed from at least two parts joined together by energy directed to the at least two parts, and a wavelength of the energy can be substantially the same as a wavelength of the light transmitted from the light source. The contrast ratio can correspond to a weldability index representative of the absorption properties of the object for weldability. The weldability index can include any subset range falling within a range set of 0-133 out of a scale of 0-255 such that when the weldability index falls within the subset range, the object is deemed to have an acceptable weld quality, and when the weldability index falls outside the subset range, the object is deemed to have an unacceptable weld quality.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0015] The present description will be understood more fully from the detailed description given below and from the accompanying drawings of various embodiments of the present embodiment, which, however, should not be taken to limit the present embodiment to the specific embodiments, but are for explanation and understanding only.

[0016] FIG. 1 illustrates an imperfection identification system, according to an embodiment.

[0017] FIG. 2 illustrates the imperfection identification system in FIG. 1 with the object including multiple transmissive parts, according to an embodiment.

[0018] FIG. 3 illustrates the imperfection identification system in FIG. 1 with the object including a light absorbing material, according to an embodiment.

[0019] FIG. 4 illustrates the imperfection identification system in FIG. 1 with the light source located within the object and a back plate to reflect and/or absorb light transmitted through the object, according to an embodiment.

[0020] FIG. 5 illustrates the imperfection identification system in FIG. 1 with a conical mirror, according to an embodiment.

- 5 -

[0021] FIG. 6 illustrates the imperfection identification system in FIG. 1 with a light source mounted to the light sensor, according to an embodiment.

[0022] FIG. 7 illustrates the imperfection identification system in FIG. 1 with the object that includes a light absorbing compound between the first portion of the object and the second portion of the object, according to an embodiment.

[0023] FIG. 8 illustrates the imperfection identification system in FIG. 1 with a top surface of the object including a light absorbing compound, according to an embodiment.

[0024] FIG. 9 illustrates a flowchart of a method to identify an imperfection in the object, according to an embodiment.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0025] The disclosed systems and methods for measuring spectral absorption by objects will become better understood through a review of the following detailed description in conjunction with the figures. The detailed description and figures provide merely examples of the various embodiments described herein. Those skilled in the art will understand that the disclosed examples may be varied, modified, and altered without departing from the scope of the embodiments described herein. Many variations are contemplated for different applications and design considerations; however, for the sake of brevity, each and every contemplated variation is not individually described in the following detailed description.

[0026] Throughout the following detailed description, examples of various systems and methods for measuring spectral absorption are provided. Related features in the examples may be identical, similar, or dissimilar in different examples. For the sake of brevity, related features will not be redundantly explained in each example. Instead, the use of related feature names will cue the reader that the feature with a related feature name may be similar to the related feature in an example explained previously. Features specific to a given example will be described in that particular example. The reader should understand that a given feature need not be the same or similar to the specific portrayal of a related feature in any given figure or example.

[0027] Objects used for various applications may undergo an inspection process prior to being used. For example, objects of an aesthetic nature may be inspected for imperfections to ensure quality control of the objects. Objects that are critical to an operation of a machine may be inspected for imperfections and defects to reduce or eliminate failure of the objects during the operation of the machine. Objects that are joined together by welding or bonding

- 6 -

may be inspected to verify the integrity of the weld and the objects after the welding or bonding process.

[0028] There are various processes to inspect the objects. In one example, an individual may visually inspect the object to identify surface imperfections in the object. In another example, an optical system may employ a light sensor to capture image data of the object and inspect the object using a software analysis program. An accuracy of the inspection of the object may vary based on environmental conditions. For example, the lighting conditions of the environment where the object is inspected may cause the accuracy of the inspection of the object to vary. When the lighting level is low, imperfections in the object may not be visible. When the light level is bright, imperfections in the object may be washed out by the light.

[0029] The radiation pattern of the light may also vary the inspection accuracy of the object. For example, when the light unevenly illuminates surfaces of the object, such as concave or convex surfaces, the imperfections of the object may not be visible or identified. Additionally, as the size and shape of the object varies, the accuracy of the inspection of the object may also vary. The variability of the accuracy of the inspection of the objects may lead to increased imperfections and failures of objects that were approved during inspections.

[0030] The embodiments described herein may address the above-noted deficiencies by providing systems and methods for measuring spectral absorption of an object for detection of imperfections. The systems and methods for measuring spectral absorption of an object may include a light guide to direct light from a light source and illuminate an object with light at a desired level. In one example, the light guide may diffuse or disperse light from a light source to evenly illuminate the object or a portion of the object. In another example, the light guide may focus the light from the light source to illuminate a portion of the object. The light guide may increase the accuracy of the object inspection by reducing or eliminating variations in the environment and/or variations in the inspection caused by varying sizes or shapes of the objects. The systems and methods for measuring spectral absorption of an object may also include a light sensor for measuring an absorption and/or reflection of the light from the object. The systems and methods for measuring spectral absorption of an object may also include a processing device to determine a gradient pixel value of the reflected or absorbed light and identify whether the object includes imperfections.

[0031] FIG. 1 illustrates an imperfection identification system 100, according to an embodiment. The imperfection identification system 100 may be configured to determine the light characteristics of an object to identify imperfections in an object 106. The light characteristics may include light absorption properties of the object 106. In one embodiment,

- 7 -

the object 106 may include one or more polymers that absorb various wavelengths of light. In one example, the imperfection identification system 100 may be used by a resin supplier to measure the light characteristics of the object 106 that includes resin material to identify imperfections in the object 106. The imperfection identification system 100 may be used to identify an imperfection in a single object 106 or in a batch or group of objects 106. In one example, the object 106 may be custom or unique compounded polymers used for injection molding and/or sample couponing, and the imperfection identification system 100 may be used to identify imperfections or abnormalities in the custom or unique compounded polymers.

[0032] The imperfection identification system 100 may include a light source 102, a back plate 104, an object 106, and a light sensor 108. The light source 102 may include one or more lighting elements 110. In one example, the lighting elements 110 may be incandescent light bulbs, halogen light bulbs, full-spectrum light sources, or fluorescent light bulbs. In another embodiment, the lighting elements 110 may be light emitting diodes (LEDs), halogen lights, ultraviolet lights, compact fluorescent lamps (CFLs), a laser, infrared lights, and so forth. The lighting elements 110 may radiate light at a defined wavelength or wavelength spectrum. In one embodiment, the light may be a low band ultraviolet light or a high band ultraviolet light with a wavelength spectrum ranging between 350 nanometers (nm) and 450 nm. In another embodiment, the light may be near-infrared light with a wavelength spectrum ranging between 750 nm and 1100 nm. In another embodiment, the light may be laser light of one micron, such as ranging between 950 nm and 1100 nm. In another embodiment, the light may be infrared light with a wavelength spectrum ranging between 1700 nm and 2000 nm. In another embodiment, the light may be a single wavelength of light, such as 1550 nm that is the wavelength of light absorbed by water. When the imperfection or defect sought to be identified through non-destructive means is a weld joint or welded area, the wavelength of the infrared light can be chosen to be the same or substantially the same as the wavelength of the energy used to create the weld. For example, when one part is clear (transmissive to laser) and the other part is opaque (absorbing laser), and they are welded together using a 960nm laser (also called a 1 μ m laser), then the infrared wavelength is selected to be 960nm or substantially the same as 960nm (e.g., within 1% or 5% or 10% of 960nm). Matching the wavelength of the energy used to make the weld with the light energy (e.g., infrared) used to illuminate the weld is a non-destructive way of visualizing the quality of the weld by assessing, for example, the pixel values of the weld from the absorbed light. No cutting of the parts are required to check their weldability.

- 8 -

[0033] In one embodiment, the light source 102 may illuminate the object 106 for inspection. In one example, the object 106 may be an object from a resin supplier, where the object 106 is part of a master batch of laser-absorbing objects used to gauge a level of laser absorption and/or transmissivity by the object 106. As discussed below, the imperfection identification system 100 may be used for inspecting object 106, prior to the object 106 is welded (also referred to as pre-weld) or after the object 106 is welded (also referred to as post-weld) for absorption and/or transmissivity of the object 106. For example, a pre-welded object 106 may be inspected to determine the viability of the object 106 for laser plastic welding. In one embodiment, the imperfection identification system 100 may inspect a complete assembly of parts of the object 106 for laser welding. In another embodiment, the imperfection identification system 100 may inspect an individual part or portion of the object 106. In another embodiment, the imperfection identification system 100 may inspect a sample number of transmissive objects 106 in a master batch. In another embodiment, the imperfection identification system 100 may inspect a pre-compounded polymer or stock polymer of the object 106. In another embodiment, the imperfection identification system 100 may inspect a doped object 106. As discussed below, the doped object 106 may be a polymer object doped with a compound, such as a glass fill, a fiber fill, a colorant compound, an absorber compound, a soot compound, and so forth.

[0034] The light may emit light towards the back plate 104 and/or the object 106. In one example, the back plate 104 and/or the object 106 may reflect at least a portion of the light. In another example, the back plate 104 and/or the object 106 may absorb at least a portion of the light. In one example, the back plate 104 may be a light table. In another example, when the back plate 104 reflects lights, the back plate 104 may be a white plastic material. In another example, when the back plate 104 absorbs lights, the back plate 104 may be a black plastic material. In another example, the back plate 104 may be different colors and/or materials to adjust a reflective nature and/or absorptive nature of the back plate 104 to provide a desired light reflection or light absorption characteristic.

[0035] In one embodiment, the object 106 may be transmissive material. In another embodiment, the object 106 may be absorptive material. In one example, the back plate 104 may be reflective material that reflects light and the object 106 may be transmissive material. In another embodiment, the object 106 may be a clear material, a partially clear material, a visibly opaque material, or a visibly colored material.

[0036] In one embodiment, the back plate 104 may be separate from the object 106. In one example, the back plate 104 may abut the object 106. In another example, the back plate 104

- 9 -

may be separated from the object 106 by a gap. In another embodiment, the back plate 104 may be joined to the object 106 by a joint 112. For example, the back plate 104 may be joined to the object 106 by laser welding, ultrasonic welding, gluing, solvent bonding, hot plate welding, infrared welding, and so forth. For example, laser welding may use a laser beam to provide a concentrated heat source to form narrow, deep welds and high welding rates between the back plate 104 and the object 106. The laser welding may be used in high volume applications using automation, such as in the automotive industry.

[0037] For example, the joint 112 or the back plate 104 or the object 106 may reflect at least a portion of the light from the light source 102 toward the light sensor 108. The light sensor 108 may measure the amount of light reflected by the joint 112, the back plate 104, or the object 106. In one example, the light sensor 108 may be a full spectrum light sensor that may measure light reflected across a full light spectrum. In another example, the light sensor 108 may measure a portion of light reflected within a light spectrum range. In another example, the light sensor 108 may be a still-image camera, a video camera, an infrared sensor, and so forth.

[0038] The light sensor 108 may be coupled to a processing device 114. The light sensor 108 may send light measurement information to the processing device 114. The processing device 114 may analyze the light measurement information to determine whether there may be any imperfections or defects in the joint 112, the back plate 104, or the object 106 of the object 106. In one example, when the processing device 114 detects an imperfection or a defect in the object 106, the processing device 114 may send an alert notification to a user, such as by displaying an alert on a display or user interface or communicating the notification to another device. In another example, when the processing device 114 does not detect an imperfection or a defect in the object 106, the processing device 114 may send an approval notification to a user, such as by displaying a message on a display or user interface or communicating the notification to another device.

[0039] In one example, the processing device 114 may compare the light measurements with a predefined measurement to determine if the amount of light absorbed by the object 106 is within an acceptable range that indicates there are not imperfections or defects. When the amount of light absorbed by the object 106 is within an acceptable range, the processing device 114 may send the approval notification. When the amount of light absorbed by the object 106 is not within the acceptable range, the processing device 114 may send the error notification. In another example, the processing device 114 may compare different portions of the joint 112, the back plate 104, and/or the object 106 to determine a contrast level

- 10 -

between the different portions. When the contrast level is within an acceptable range, the processing device 114 may send the approval notification. When the contrast level is not within the acceptable range, the processing device 114 may send the error notification.

[0040] In one example, the imperfection identification system 100 may be used to inspect polymer objects for light absorption characteristics and/or light transmissivity characteristics that include a weld and/or polymer objects that have not been welded together. The object may be a complete assembly of parts for laser welding (welded or not welded), individual parts of the object 106, material sample chips or master batches, pre-compounded polymer or stock polymer, polymers doped with any compound, such as a glass/fiber fills, colorants, absorbers, soot, etc.

[0041] FIG. 2 illustrates the imperfection identification system 100 in FIG. 1 with the object 106 including multiple transmissive parts, according to an embodiment. Some of the features in FIG. 2 are the same or similar to some of the features in FIG. 1 as noted by same reference numbers, unless expressly described otherwise. In one embodiment, the object 106 may include a first portion 106a and a second portion 106bb.

[0042] In one example, the first portion 106a and/or the second portion 106b may reflect at least a portion of the light. In another example, the first portion 106a and/or the second portion 106b may absorb at least a portion of the light. In one embodiment, the first portion 106a and/or the second portion 106b may be transmissive material. In another embodiment, the first portion 106a and/or the second portion 106b may be absorptive material. In one example, the first portion 106a may be transmissive material and the second portion 106b may be transmissive material. In another example, the first portion 106a may include transmissive material and the second portion 106b may be absorptive material. In another example, the first portion 106a may include absorptive material and the second portion 106b may be transmissive material. In another example, the first portion 106a may include absorptive material and the second portion 106b may be absorptive material.

[0043] In one embodiment, the first portion 106a may be joined to the second portion 106b. For example, the first portion 106a may be joined to the second portion 106b by laser welding, ultrasonic welding, gluing, solvent bonding, hot plate welding, infrared welding, and so forth. For example, laser welding may use a laser beam to provide a concentrated heat source to form narrow, deep welds and high welding rates between the first portion 106a and the second portion 106b. The laser welding may be used in high volume applications using automation, such as in the automotive industry.

- 11 -

[0044] The joining technique may form a joint 116 where the first portion 106a and the second portion 106b are joined together. In one example, the light source 102 may illuminate the joint 116 for inspection. In another example, the light source 102 may illuminate at least a portion of the first portion 106a and/or the second portion 106b for inspection.

[0045] For example, the joint 116, the first portion 106a, the second portion 106b, the joint 112, and/or the back plate 104 may reflect at least a portion of the light from the light source 102 toward the light sensor 108. The light sensor 108 may be coupled to a processing device 114. As discussed above, the light sensor 108 may send light measurement information to the processing device 114. The processing device 114 may analyze the light measurement information to determine whether there may be any imperfections or defects in the joint 116, the first portion 106a, or the second portion 106b of the object 106. In one example, when the processing device 114 detects an imperfection or a defect in the object 106, the processing device 114 may send an alert notification to a user, such as by displaying an alert on a display or user interface or communicating the notification to another device. In another example, when the processing device 114 does not detect an imperfection or a defect in the object 106, the processing device 114 may send an approval notification to a user, such as by displaying a message on a display or user interface or communicating the notification to another device.

[0046] In one example, the processing device 114 may compare the light measurements with a predefined measurement to determine if the amount of light reflected by the object 106 is within an acceptable range that indicates there are not imperfections or defects. When the light measurements are within an acceptable range, the processing device 114 may send the approval notification. When the light measurements are not within the acceptable range, the processing device 114 may send the error notification. In another example, the processing device 114 may compare different portions of the joint 116, the first portion 106a, and/or the second portion 106b to determine a contrast level between the different portions. When the contrast level is within an acceptable range, the processing device 114 may send the approval notification. When the contrast level is not within the acceptable range, the processing device 114 may send the error notification. When the imperfection or defect is a defect in a weld joining two parts together, the contrast level can correspond to a weldability index, which is a value, such as a pixel value, representative of the infrared absorption properties of the parts for weldability. The weldability index, in some embodiments, can be in a range of 0-133 out of a scale of 0-255 (grayscale), or any range in between 0-133. Parts having a weldability index outside of the range, such as between 134-255, can be deemed as not falling within the acceptable range, and the processing device 114 can send the error notification.

- 12 -

[0047] FIG. 3 illustrates the imperfection identification system 100 in FIG. 1 with the object 106 including light absorbing material, according to an embodiment. Some of the features in FIG. 3 are the same or similar to some of the features in FIGS. 1-2 as noted by same reference numbers, unless expressly described otherwise. In one embodiment, the object 106 may be a light absorbing material that may absorb a first portion of the light from the light source 102 and may reflect a second portion of the light from the light source 102. In one example, a first portion of the light waves from the light source 102 may only travel through a portion of the object 106 before being absorbed and a second portion of the light waves from the light source 102 may only travel through a portion of the object 106 before being reflected. In this example, the light waves may not reach the back plate 104 such that all the light waves received by the light sensor 108 are reflected directly by the object 106. In another example, a first portion of the light waves from the light source 102 may travel through the object 106 before being absorbed or reflected by the back plate 104, a second portion of the light waves from the light source 102 may only travel through a portion of the object 106 before being absorbed, and a third portion of the light waves from the light source 102 may only travel through a portion of the object 106 before being reflected. In this example, the light waves received by the light sensor 108 are reflected directly by the object 106.

[0048] FIG. 4 illustrates the imperfection identification system 100 in FIG. 1 with the light source 102 located within the object 106 and a back plate 104 to reflect and/or absorb light transmitted through the object 106, according to an embodiment. Some of the features in FIG. 4 are the same or similar to some of the features in FIGS. 1-3 as noted by same reference numbers, unless expressly described otherwise.

[0049] The object 106 may include a cavity 402. The cavity 402 may be an empty space within the object 106. The light source 102 may be shaped to fit within the cavity 402. In one example, the light source 102 may be located approximate the joint 112 or approximate a surface of the object 106.

[0050] In one embodiment, when the light source 102 is located within the cavity of the object 106, the light source 102 may diffuse or focus the light from the light source 102 onto a portion of the back plate 104, the object 106, and/or the joint 112 of the object 106. In another embodiment, when the light source 102 is located within the cavity 402 of the object 106, the light may diffuse from the light source 102 to substantially illuminate the entire object 106. In one example, the object 106 may be cylinder shaped, square shaped, rectangular shaped, or another shape. In another example, the object 106 may include a first

- 13 -

portion 106a and a second portion 106b. In one embodiment, the first portion 106a may be inserted or fit within the second portion 106b. In another embodiment, the first portion 106a may be attached or welded to the second portion 106b. The light sensor 108 may measure an amount of light transmitted through the object 106 for analysis by the processing device 114.

[0051] In one embodiment, when the light source is located within the cavity 402, the light sensor 108 and processing device 114 of the imperfection identification system 100 may be configured to detect a circumferential weld. For example, as the light sensor 108 and/or the back plate 104 illuminates the object 106 the light sensor 108 and the processing device 114 may capture a circumferential image of the object 106. In one example, the object 106 may rotate about an axis such that the light sensor 108 may capture a circumferential image of the object 106. In another example, the light sensor 108 may rotate about an axis such that the light sensor 108 may capture a circumferential image of the object 106. In one embodiment, the circumferential image may be a continuous image of the object 106. In another embodiment, the circumferential image may include multiple images that the processing device 114 may stitch, aggregate, or combine together to generate a full view of the circumferential weld. The processing device 114 may analyze the circumferential image to identify an abnormality or imperfection in the circumferential weld.

[0052] FIG. 5 illustrates the imperfection identification system 100 in FIG. 1 with a conical mirror 502, according to an embodiment. Some of the features in FIG. 5 are the same or similar to some of the features in FIGS. 1-4 as noted by same reference numbers, unless expressly described otherwise.

[0053] The imperfection identification system 100 may include the light source 102 and a light guide 506 located within the cavity 402 of the object 106, as in FIG. 4. The light guide 506 may direct light from the light source 102 and illuminate the object 106 with light at a desired level. In one example, the light guide 506 may diffuse or disperse light from the light source 102 to evenly illuminate the object 106 or a portion of the object 106. In another example, the light guide 506 may focus the light from the light source 102 to illuminate a portion of the object 106. The light guide 506 may increase the accuracy of the object inspection by reducing or eliminating variations in the environment and/or variations in the inspection caused by varying sizes or shapes of the objects 106.

[0054] In one embodiment, the light source 102, the light guide 506, and the object 106 may be located within a cavity 504 of the conical mirror 502. The cavity 504 may be an indent, groove, or depression in the conical mirror 502. In one example, the cavity 504 may be located at a center of the middle of the conical mirror 502. In one example, the conical

- 14 -

mirror 502 may be a cone-shaped concave mirror. As light is emitted from the object 106 through the light guide 216 and the object 106, the conical mirror 502 may reflect the light toward the light sensor 108. The conical mirror 502 may reflect the light to increase an amount of light received at the light sensor 108. The increased amount of light received at the light sensor 108 may increase an accuracy of the light measurements used by the processing device 114 to detect imperfections and defects in the object 106.

[0055] FIG. 6 illustrates the imperfection identification system 100 in FIG. 1 with a light source 602 mounted to the light sensor 108, according to an embodiment. Some of the features in FIG. 6 are the same or similar to some of the features in FIGS. 1-5 as noted by same reference numbers, unless expressly described otherwise. The light source 602 may have the same characteristics as the light source 102 discussed above. The light source 602 may be mounted to the light sensor 108. In one embodiment, the light source 602 may be attached to the light sensor 108. In another embodiment, the light source 602 may be located approximate and below the light sensor 108. For example, the light source 602 may be a ring light that includes a single circular light source or multiple light sources in a circular pattern. The light sensor 108 may be located within the middle or center of the ring light. The light source 602 may diffuse the light onto the object 106 to eliminate shadows of the object 106. The light sensor 108 may then detect light absorbed by the object 106 to identify an imperfection or abnormality in the object 106.

[0056] FIG. 7 illustrates the imperfection identification system 100 in FIG. 1 with the object 106 that includes a light absorbing compound 702 between the first portion 106a of the object 106 and the second portion 106b of the object 106, according to an embodiment. Some of the features in FIG. 7 are the same or similar to some of the features in FIGS. 1-6 as noted by same reference numbers, unless expressly described otherwise.

[0057] In one embodiment, the light absorbing compound 702 may be applied to a surface of the object 106. In one example, when the object 106 includes the first portion 106a and the second portion 106b, the light absorbing compound 702 may be applied between the first portion 106a and the second portion 106b. The light absorbing compound 702 may be an infrared (IR) ink or IR paint. In one example, the light absorbing compound 702 may absorb a greater amount of light than the material of the first portion 106a and/or second portion 106b of the object 106 to increase a contrast ratio between any imperfections or abnormalities of the object 106 and the rest of the material or welds of the object 106. The light absorbing compound 702 may be applied to the first portion 106a and/or the second portion 106b of the object 106 via being sprayed on, painted on, with a film, and so forth. In one example, when

- 15 -

the contrast ratio between the imperfections or abnormalities of the object 106 and the rest of the material or welds of the object 106 is increased, the processing device 114 may more accurately identify the imperfections or abnormalities when comparing the imperfections or abnormalities to a library or database of normal images of the material and/or welds, as discussed below.

[0058] In another example, the processing device 114 may analyze the light reflected by the light absorbing compound 702 to determine whether the light absorbing compound 702 was properly applied to the object 106. When a first area or portion of the object 106 where the light absorbing compound 702 has a first absorption level and a second area or portion of the object 106 where the light absorbing compound 702 has a second absorption level that is different than the first absorption level, the processing device 114 may determine that the light absorbing compound 702 was not evenly or properly applied.

[0059] FIG. 8 illustrates the imperfection identification system 100 in FIG. 1 with a top surface of the object 106 including a light absorbing compound 702, according to an embodiment. Some of the features in FIG. 8 are the same or similar to some of the features in FIGS. 1-7 as noted by same reference numbers, unless expressly described otherwise. As discussed above, the light absorbing compound 702 may be applied to any surface of the object 106. When the object 106 is a single material or a unified object, the light absorbing compound 702 may be applied to a surface of the object 106, such as a top or bottom surface. When the light absorbing compound 702 is applied to the surface of the object 106, the contrast ratio between the imperfections or abnormalities of the surface of the object 106 and the normal material or welds of the object 106 may be increased to increase an accuracy of the processing device 114 identifying the imperfections or abnormalities.

[0060] FIG. 9 illustrates a flowchart 900 of a method to identify an imperfection in the object 106, according to an embodiment. Some of the features in FIG. 9 are the same or similar to some of the features in FIGS. 1-8 as noted by same reference numbers, unless expressly described otherwise. The method may include illuminating at least a portion of an object with a light source (block 902). In one embodiment, as the object is illuminated, the object may absorb or reflect light from the light source. In one example, when the object is void of flaws or imperfections, the entire object may absorb the light at approximately the same absorption level. In another example, when the object is void of flaws or imperfections, the entire object may reflect the light at approximately the same reflection level. In another example, a first portion of the object may absorb or reflect light at a first level and a second portion of the object may absorb or reflect light at a second level. In one example, when the

- 16 -

object includes a weld that connects or fuses two objects into a single object, the first portion of the object may be the material that is not welded that may absorb or reflect light at a first level and the second portion of the object may be where the objects are welded together and the weld may absorb or reflect the light at a second level. The weld can be formed by directing energy, such as laser energy, to the two parts that form the object. The wavelength of that energy can be substantially the same (e.g., within 1-15% of each other) as the wavelength of the light from the light source. It has been found that when the wavelengths are matched, the quality of the weld can be reliably and objectively determined by a machine without subjective human interpretation.

[0061] In another example, when the object includes flaws or imperfections, the first portion of the object may be a part of the object that does not include the flaw or imperfection and the second portion of the object may be a part of the object with the flaw or imperfection. In this example, the flaw or imperfection may absorb or reflect light at a different level than the part of the object without the flaw or imperfection. In another example, the first portion and the second portion of the object may be different parts of the weld. When the weld is a good weld without flaws, imperfections, or weaknesses in the weld, the light may be absorbed or reflected by the first portion and the second portion of the object at the same level. When the weld is a bad weld that includes flaws, imperfections, or weaknesses in the weld, the light may be absorbed or reflected by the first portion and the second portion of the object at different levels. As described above, the quality of the weld can be characterized as a weldability index. The weldability index, in some embodiments, can be in a range of 0-133 out of a scale of 0-255 (e.g., grayscale), or any subset range from 0-133, e.g., 0-125, or 0-130, and so on. The precise threshold for good/bad weldability quality can be based on external requirements that the skilled person will appreciate, such as the type of object being welded, its application, customer requirements, and the like. This threshold can be easily changed by an operator of the illumination device based on the application or customer's requirements.

[0062] The method may include measuring, by a sensor, an amount of light that is reflected by the object. (Block 904). In one example, the sensor may be an optical sensor that may measure an amount of light that is reflected by the object. The amount of light reflected may be the amount of light not absorbed by the object. In another example, the sensor may be an optical sensor that may measure an amount of light that is absorbed by the object. The amount of light absorbed may be the amount of light not reflected by the object. The method may include determining a gradient pixel value or contrast ratio of the reflected light for at least a portion of the object. (Block 906). In one example, a processing device may receive

- 17 -

an image from the sensor indicative of the amounts of light reflected or absorbed by the object at different locations on the object. The processing device may compare the amount of light reflected between the different locations on the object to determine a contrast ratio (or weldability index) between the different locations. In one embodiment, the processing device may determine the absolute value of the difference between the reflection levels at the two locations to determine the contrast ratio (or weldability index). In another embodiment, the processing device may determine a relative difference between the reflection levels at the two locations to determine the contrast ratio (or weldability index).

[0063] In another embodiment, the processing device may access or store a database of desired or default reflection or absorptions levels for an object or a part of an object. In one example, the database may include multiple reflection level values and/or absorption level values for different default characteristics of the object, such as different type of object, different shapes of objects, different materials for objects, different locations along the object, and so forth. In one example, the sensor may detect the default characteristics of the object using sensor measurements by the sensor. For example, the sensor may be an optical sensor that may determine a color of the object to select the default characteristics of the object. In another example, the sensor may measure dimensional information of the object to select the default characteristics of the object. In another example, the processing device may receive the default characteristics from an input device, such as a touch screen, a keyboard, a mouse, and so forth. In another example, the default characteristic may be a measurement taken without an object located below the light source, such that the light reflects off of a back plate and directly to the sensor. The processing device may determine the contrast ratio by determining a difference between a desired reflection level or desired absorption level in the database with the measured reflection level or measure absorption level by the sensor.

[0064] In one embodiment, the method may include determining a characteristic of the object based on the contrast ratio. (Block 908). In one example, the characteristic of the object may be an imperfection of the object, a flaw of the object, a homogeneity level of the object, a strength level of a weld of the object, a weakness level of the weld of the object, a welding characteristic of the object (such as whether the material of the object is weldable), and so forth. In another example, the characteristic of the object may include material that transitions from transmissive material to absorptive material, material that transitions from transmissive material to transmissive material, material that transitions from transmissive material to transmissive material with an additional applied or doped absorber, a single transmissive object, a single absorptive object, light absorbing compounds applied to the

- 18 -

object, material with compounds doped into the material, object joint types (such as ultrasonic welds, gluing, solvent bonds, hot plate welds, IR welds), and so forth.

[0065] The characteristic of the object may be indicative of the determined contrast ratio (or weldability index). For example, when the determined contrast ratio is below a threshold amount or threshold ratio, the contrast ratio may indicate that the object does not have an imperfection. In another example, when the determined contrast ratio is above a threshold amount, the contrast ratio may indicate that the object includes an imperfection. Alternately, when the weldability index is below a threshold value, the weldability index can indicate that the object does have an imperfection, as explained above. In another example, when the weldability index is above a threshold value, the weldability index can indicate that the object does not have any unacceptable imperfection.

[0066] In one example, object 910 includes a first portion 912 with a first contrast ratio, a second portion 914 with a second contrast ratio, a third portion 916 with a third contrast ratio, and a fourth portion 918 with a fourth contrast ratio. The first contrast ratio of the first portion 912 and the third contrast ratio of the third portion 916 may be below the threshold amount, indicating that the first portion 912 and the third portion 916 of the object do not have imperfections. The second contrast ratio of the second portion 914 and the fourth contrast ratio of the fourth portion 918 may exceed the threshold amount, indicating that the second portion 914 and the fourth portion 918 of the object include imperfections.

[0067] In another example, object 920 includes a first portion 922 with a first contrast ratio and a second portion 924 with a second contrast ratio. The first contrast ratio of the first portion 922 may be below the threshold amount, indicating that the first portion 922 may have a weld with a strength level above a threshold level. The second contrast ratio of the second portion 924 may exceed the threshold amount, indicating that the second portion 924 may have a weld with a weakness level above a threshold level. The method may include providing a notification to a user indicating a characteristic of an object, such as whether the object includes an imperfection, a flaw, a strong weld, a weak weld, and so forth. (Block 926). The notification may include a message displayed on a display, a text message, highlighting a portion of an image of the object, and so forth.

[0068] The disclosure above encompasses multiple distinct embodiments with independent utility. While each of these embodiments has been disclosed in a particular form, the specific embodiments disclosed and illustrated above are not to be considered in a limiting sense as numerous variations are possible. The subject matter of the embodiments includes all novel and non-obvious combinations and sub-combinations of the various elements, features,

- 19 -

functions and/or properties disclosed above and inherent to those skilled in the art pertaining to such embodiments. Where the disclosure or subsequently filed claims recite “a” element, “a first” element, or any such equivalent term, the disclosure or claims should be understood to incorporate one or more such elements, neither requiring nor excluding two or more such elements.

[0069] Applicant(s) reserves the right to submit claims directed to combinations and sub-combinations of the disclosed embodiments that are believed to be novel and non-obvious. Embodiments embodied in other combinations and sub-combinations of features, functions, elements and/or properties may be claimed through amendment of those claims or presentation of new claims in the present application or in a related application. Such amended or new claims, whether they are directed to the same embodiment or a different embodiment and whether they are different, broader, narrower or equal in scope to the original claims, are to be considered within the subject matter of the embodiments described herein.

- 20 -

CLAIMS

What is claimed is:

1. A method, comprising:
illuminating, by a light source, an entire object, wherein:
the light source is a laser emitting light at one micron;
the light source includes a back plate that reflects light emitted through a bottom of
the object;
the object is a material that absorbs a portion of the light emitted by the laser;
measuring, by a sensor, an amount of light absorbed by the object, wherein the
amount of light absorbed by the object is the amount of light not reflected by
the object
determining, by a processing device, a contrast ratio of the absorbed light by
comparing an amount of light absorbed by the object to a default absorption
value to obtain a difference between the amount of light absorbed by the
object and the default absorption value;
determining, by the processing device, a characteristic of the object based on the
contrast ratio; and
providing a notification to a user indicating the characteristic of the object.
2. The method of claim 1, wherein the default absorption value is a value indicative of
an amount of light absorbed by a first portion of the object.
3. The method of claim 2, wherein the amount of light absorbed by the object is an
amount of light absorbed by a second portion of the object.
4. The method of claim 3, wherein the contrast ratio is a difference between the amount
of light absorbed by the first portion of the object and the amount of light absorbed by the
second portion of the object.
5. The method of claim 1, wherein the default absorption value is a value in a database
associated with the object.
6. The method of claim 1, the contrast ratio is a relative difference between the default
absorption value and the amount of light absorbed by the object.

- 21 -

7. The method of claim 1, wherein the characteristic of the object is a type of the object, a shape of the object, or the material of the object.
8. The method of claim 1, wherein the characteristic of the object is indicative of whether the object includes an imperfection or a flaw.
9. The method of claim 8, wherein the imperfection or the flaw is an imperfection or a flaw of a weld of part of the object.
10. The method of claim 8, wherein:
 - when the contrast ratio is above a threshold ratio the object includes the imperfection or the flaw; and
 - when the contrast ratio is below the threshold ratio the object does not include the imperfection or the flaw.
11. The method of claim 1, wherein the object includes a first portion of the object that is welded to a second portion of the object.
12. The method of claim 1, further comprising applying a light absorbing compound to a surface of the object to increase the contrast ratio.
13. The method of claim 12, wherein the light absorbing compound is an infrared (IR) ink.
14. The method of claim 12, wherein the light absorbing compound is sprayed onto the surface of the object, painted onto the surface of the compound, or applied as a film on the surface of the object.
15. A method, comprising:
 - illuminating, by a light source, at least a portion of an object, wherein the object is a material that absorbs or reflects a portion of the light emitted by the light source;
 - measuring, by a sensor, an amount of light absorbed or reflected by the object;

- 22 -

determining, by a processing device, a contrast ratio of the absorbed or reflected light by comparing the amount of light absorbed or reflected by the object to a default absorption or reflection value to obtain a difference between the amount of light absorbed or reflected by the object and the default absorption or reflection value; and
determining, by the processing device, a characteristic of the object based on the contrast ratio.

16. The method of claim 15, wherein the light source is a laser emitting light at one micron.

17. The method of claim 15, wherein the light source includes a back plate that reflects light emitted through a bottom of the object.

18. A system, comprising:
an object;
a light source to transmit light toward the object;
a back plate configured to reflect at least a portion of the light emitted from a bottom of the object;
a light sensor to measure at least a portion of the light reflected from the joint of the object; and
a processing device coupled to the light sensor, wherein the processing device is configured to:
determine an amount of light absorbed or reflected by the object;
determine a contrast ratio of the absorbed or reflected light by comparing the amount of light absorbed or reflected by the object to a default absorption or reflection value to obtain a difference between the amount of light absorbed or reflected by the object and the default absorption or reflection value; and
determine a characteristic of the object based on the contrast ratio.

19. The system of claim 18, wherein the contrast ratio is associated with a portion of the object.

- 23 -

20. The system of claim 18, wherein the contrast ratio is associated with an entirety of the object.
21. The method of claim 1, in which the object is a welded object formed from at least two parts joined together by energy directed to the at least two parts, where a wavelength of the energy is substantially the same as a wavelength of the light transmitted from the light source.
22. The method of claim 21, wherein the contrast ratio corresponds to a weldability index representative of the absorption properties of the object for weldability.
23. The method of claim 22, wherein the weldability index includes any subset range falling within a range set of 0-133 out of a scale of 0-255 such that when the weldability index falls within the subset range, the object is deemed to have an acceptable weld quality.
24. The method of claim 15, wherein the object is a welded object formed from at least two parts joined together by energy directed to the at least two parts, where a wavelength of the energy is substantially the same as a wavelength of the light transmitted from the light source.
25. The method of claim 24, wherein the contrast ratio corresponds to a weldability index representative of the absorption properties of the object for weldability.
26. The method of claim 25, wherein the weldability index includes any subset range falling within a range set of 0-133 out of a scale of 0-255 such that when the weldability index falls within the subset range, the object is deemed to have an acceptable weld quality, and when the weldability index falls outside the subset range, the object is deemed to have an unacceptable weld quality.
27. The system of claim 18, wherein the object is a welded object formed from at least two parts joined together by energy directed to the at least two parts, where a wavelength of the energy is substantially the same as a wavelength of the light transmitted from the light source.

- 24 -

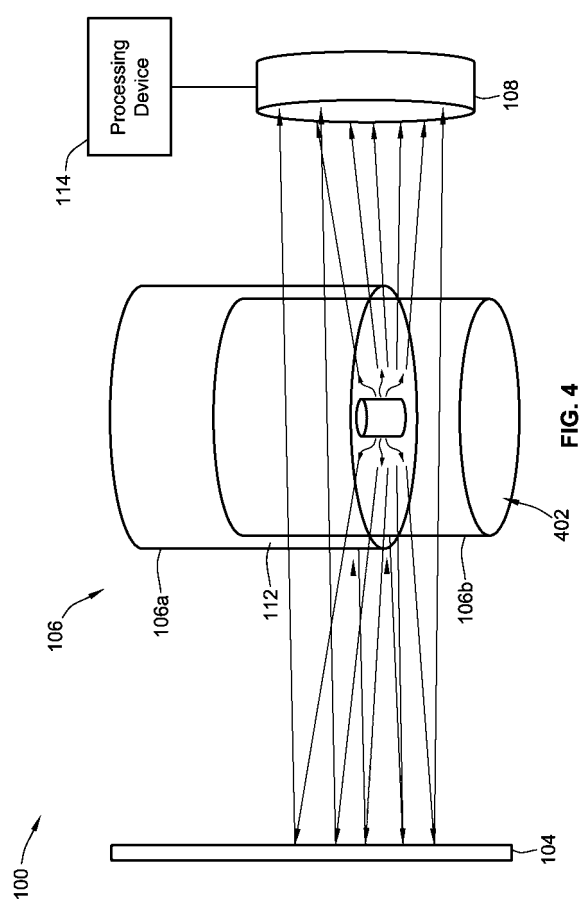
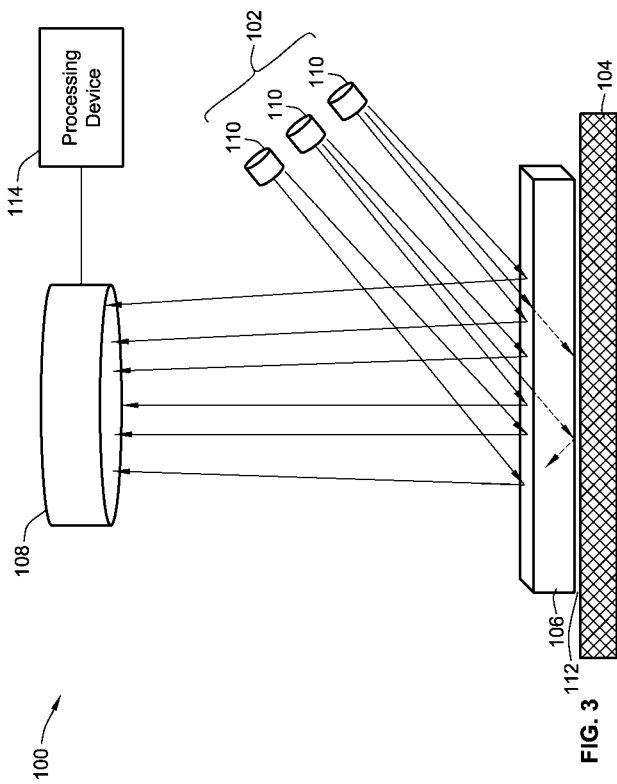
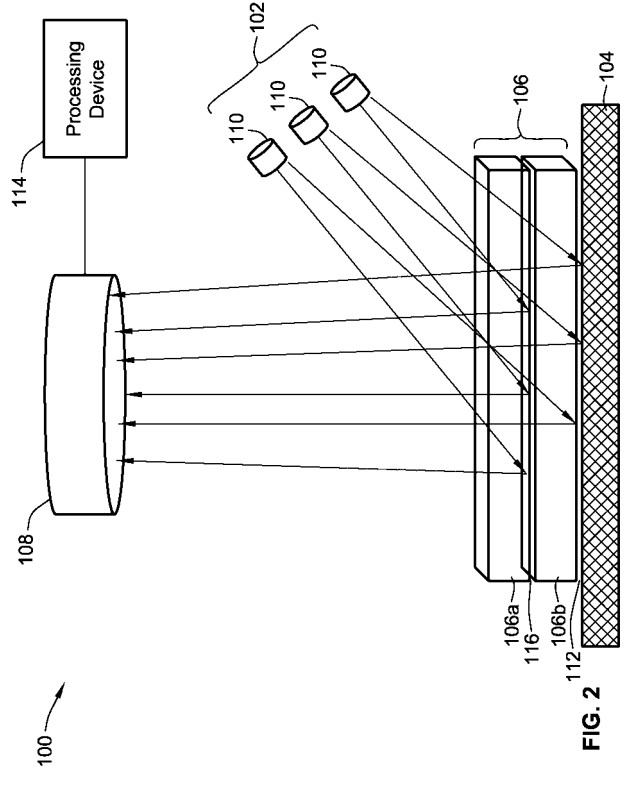
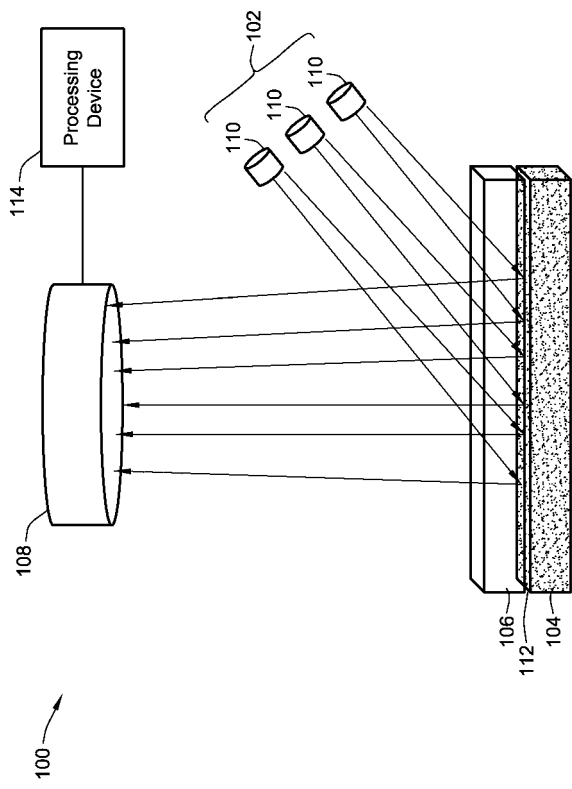
28. The system of claim 27, wherein the contrast ratio corresponds to a weldability index representative of the absorption properties of the object for weldability.

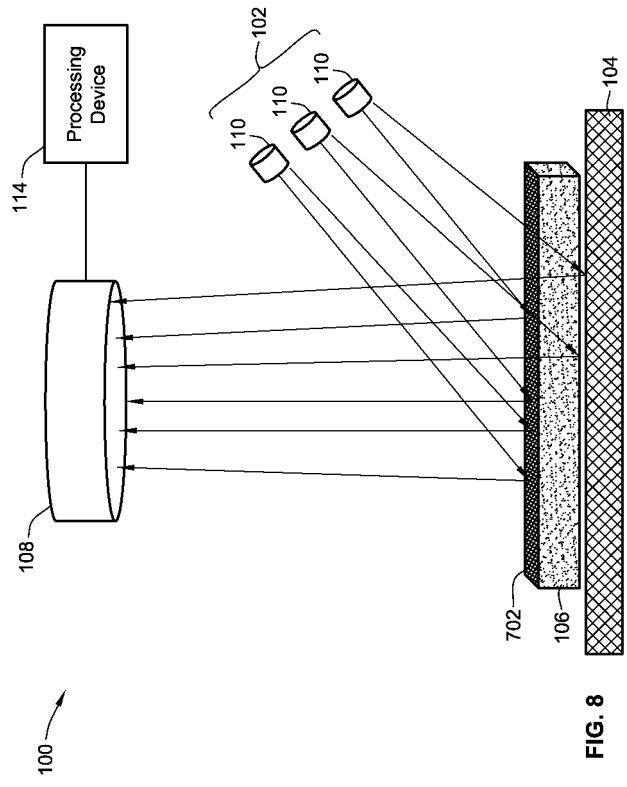
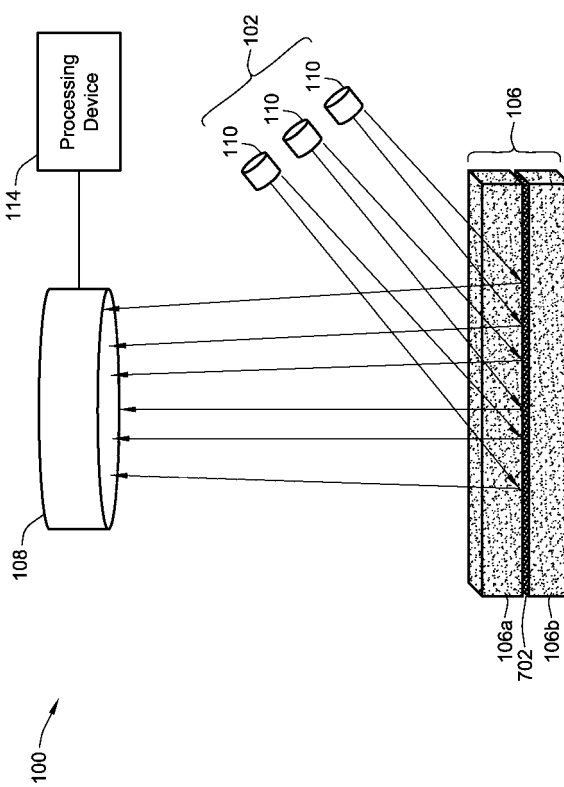
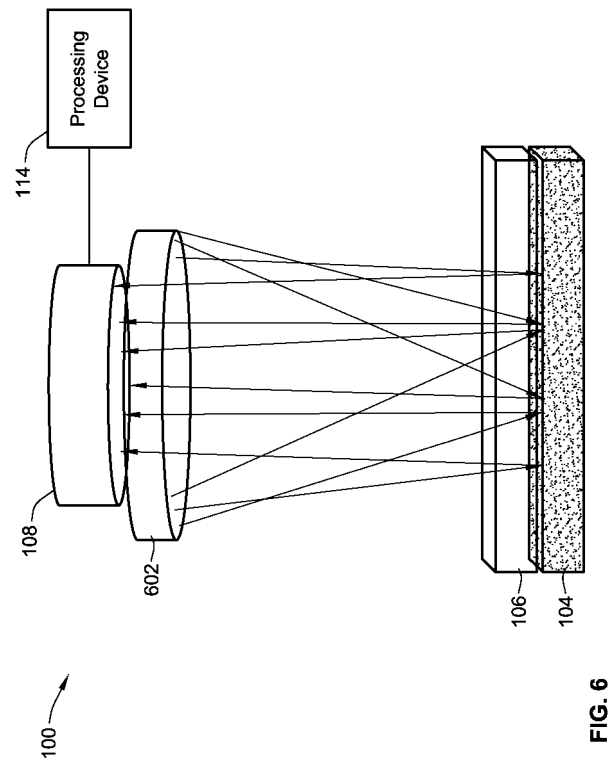
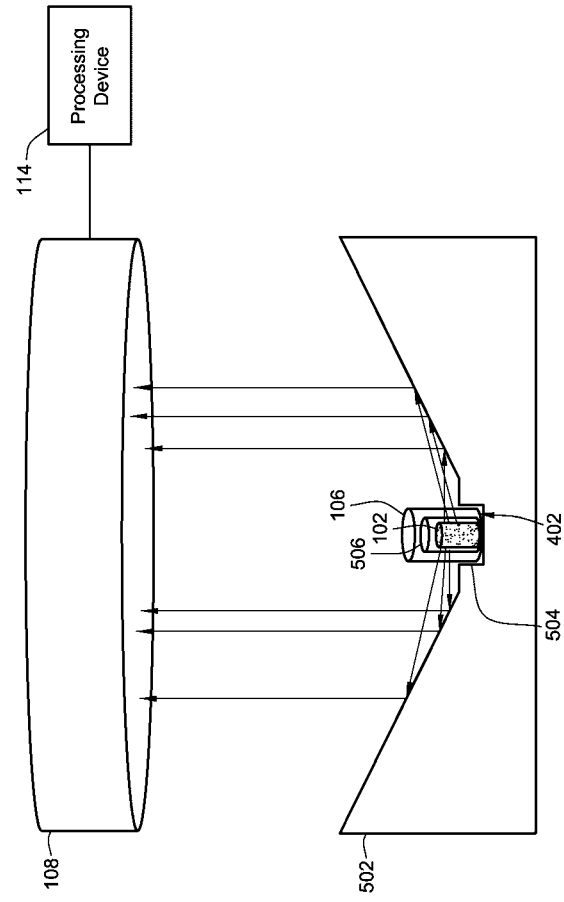
29. The system of claim 28, wherein the weldability index includes any subset range falling within a range set of 0-133 out of a scale of 0-255 such that when the weldability index falls within the subset range, the object is deemed to have an acceptable weld quality, and when the weldability index falls outside the subset range, the object is deemed to have an unacceptable weld quality.

- 25 -

ABSTRACT

Identifying object characteristic based on a contrast ratio of an amount of light reflected or absorbed by the object. Part of the object is illuminated, where the object is a material that absorbs or reflects light emitted by the light source. An amount of light absorbed/reflected by the object is measured. A contrast ratio of the absorbed/reflected light is determined by comparing an amount of light absorbed/reflected by the object to a default absorption or reflection value to obtain a difference between the amount of light absorbed/reflected by the object and the default absorption/reflection value. A characteristic of the object is determined based on the contrast ratio. The wavelength of the light from the light source can be substantially the same as the wavelength of the energy used to form the object by a welding process that uses energy to join at least two parts together to form the object.





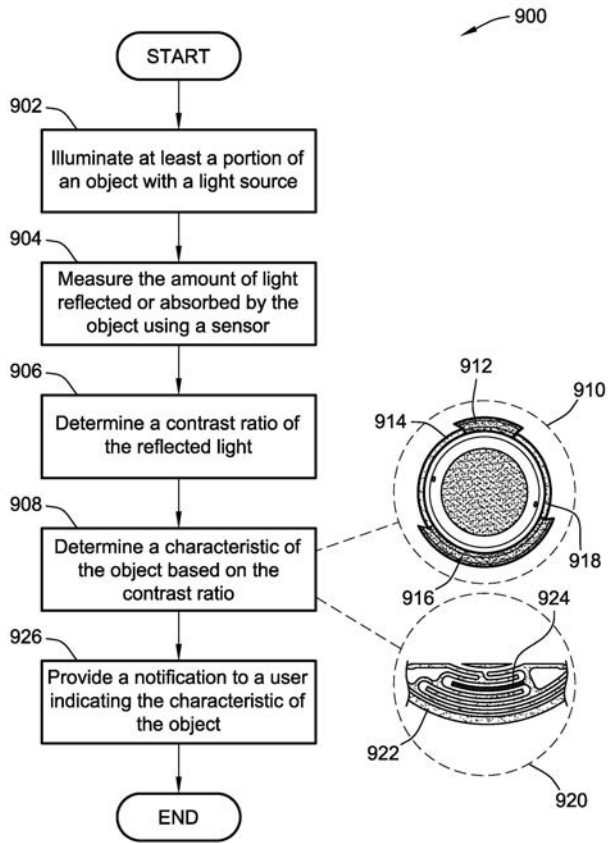


FIG. 9