(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7584641号
(P7584641)

(45)発行日　令和6年11月15日(2024.11.15)

(24)登録日　令和6年11月7日(2024.11.7)

(51)国際特許分類		FI		
B26F 1/00 (2006.01)		B26F	1/00	A
B26D 5/30 (2006.01)		B26D	5/30	A
B23Q 17/24 (2006.01)		B23Q	17/24	C
G05B 19/404 (2006.01)		G05B	19/404	H

請求項の数　16　（全24頁）

(21)出願番号　特願2023-521414(P2023-521414)
(86)(22)出願日　令和3年10月1日(2021.10.1)
(65)公表番号　特表2023-545748(P2023-545748A)
(43)公表日　令和5年10月31日(2023.10.31)
(86)国際出願番号　PCT/EP2021/077072
(87)国際公開番号　WO2022/073861
(87)国際公開日　令和4年4月14日(2022.4.14)
審査請求日　令和5年4月6日(2023.4.6)
(31)優先権主張番号　20201083.1
(32)優先日　令和2年10月9日(2020.10.9)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)

(73)特許権者　512159605
ボブスト メックス ソシエテ アノニム
Ｂｏｂｓｔ Ｍｅｘ ＳＡ
スイス ツェーハー－１０３１ ヴォー メックス ルート ド ファラーズ ３
Ｒｏｕｔｅ ｄｅ Ｆａｒａｚ ３，ＣＨ－１０３１ ＭＥＸ（ＶＤ），Ｓｗｉｔｚｅｒｌａｎｄ
(74)代理人　100094569
弁理士　田中 伸一郎
(74)代理人　100103610
弁理士　▲吉▼田 和彦
(74)代理人　100109070
弁理士　須田 洋之
(74)代理人　100098475

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　シート材加工ユニットおよび位置合わせ状態の評価方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

包装のための紙シート材、厚紙シート材またはプラスチックシート材を加工するシート材加工ユニット（１０）であって、

フレーム（１２）、上方ツール（１８）および下方ツール（１４）を有し、前記上方ツール（１８）と前記下方ツール（１４）は、シート材（２６）を加工するために相互作用するよう構成され、前記上方ツール（１８）および前記下方ツール（１４）は、前記上方ツール（１８）と前記下方ツール（１４）を互いに対しかつ加工されるべき前記シート材（２６）に対して位置合わせするためのそれぞれ対応の上方位置合わせユニット（２０）および下方位置合わせユニット（１６）を介して前記フレーム（１２）に取り付けられ、

前記上方ツール（１８）は、第１の開口部（２８）を有し、

カメラユニット（４０）を有し、前記カメラユニットは、前記カメラユニットが前記上方ツール（１８）と前記下方ツール（１４）を位置合わせするために前記第１の開口部（２８）を有する前記上方ツール（１８）の一部分および前記第１の開口部（２８）の下に位置する前記下方ツール（１４）の一部分を同時に捕捉することができるよう配置され、

捕捉されるべき前記上方ツール（１８）の前記部分および前記下方ツール（１４）の前記部分を照明するための少なくとも１つの光源（４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄ）を含む第１の組をなす光源を有し、

捕捉されるべき前記上方ツール（１８）の前記部分および前記下方ツール（１４）の前記部分を照明するための少なくとも１つの光源（４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄ）を含

む第２の組をなす光源を有し、
前記光源の第１の組と前記光源の第２の組は、互いに別々でありかつ捕捉されるべき前記上方ツール（１８）の前記部分および前記下方ツール（１４）の前記部分を次々に照明するよう構成されている、シート材加工ユニット（１０）。
【請求項２】
第１のマーカ（３２）が前記第１の開口部（２８）の下に位置する前記下方ツール（１４）の前記部分に設けられている、請求項１記載のシート材加工ユニット（１０）。
【請求項３】
前記カメラユニット（４０）は、前記カメラユニット（４０）が前記上方ツール（１８）の幅方向に沿って変位可能であるように直線駆動ユニット（４２）を介して前記フレーム（１２）上に可動的に支持される、請求項１または２記載のシート材加工ユニット（１０）。
【請求項４】
第２の開口部（３０）が前記第１の開口部（２８）を有する前記上方ツール（１８）に設けられ、前記カメラユニット（４０）が前記第２の開口部（３０）を有する前記上方ツール（１８）の一部分および前記第２の開口部（３０）の下に位置する前記下方ツール（１４）の一部分を同時に捕捉することができるよう前記カメラユニット（４０）を前記直線駆動ユニット（４２）で動かすことができる、請求項３記載のシート材加工ユニット（１０）。
【請求項５】
第２のマーカ（３４）が前記第２の開口部（３０）の下に位置する前記下方ツール（１４）の前記部分に設けられている、請求項４記載のシート材加工ユニット（１０）。
【請求項６】
較正マーカ（３６）が、前記上方ツール（１８）または前記上方ツール（１８）が取り付けられている対応のツールホルダ上に位置決めされ、前記較正マーカ（３６）は、前記カメラユニット（４０）によって検出可能であり、特に、前記較正マーカ（３６）の一表面は、光を拡散的に反射する材料で作られている、請求項１～５のうちいずれか一に記載のシート材加工ユニット（１０）。
【請求項７】
前記較正マーカ（３６）は、既定のレイアウトに従って配置された複数のマーカ要素（３８）を有する、請求項６記載のシート材加工ユニット（１０）。
【請求項８】
前記上方ツール（１８）は、垂直駆動ユニット（２２）に連結され、前記下方ツール（１４）は、実質的に前記フレーム（１２）内に固定され、前記上方ツール（１８）は、前記シート材（２６）を加工するために垂直方向（２４）に沿って前記下方ツール（１４）に対して動くことができるようになっている、請求項１～７のうちいずれか一に記載のシート材加工ユニット（１０）。
【請求項９】
前記光源の第１の組は、単一の光源（４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄ）から成り、前記光源の第２の組は、単一の光源（４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄ）から成る、請求項１～８のうちいずれか一に記載のシート材加工ユニット（１０）。
【請求項１０】
請求項１～９のうちいずれか一に記載のシート材加工ユニット（１０）の前記上方ツール（１８）と前記下方ツール（１４）の相互位置合わせ状態を評価する方法であって、
ａ）前記カメラユニット（４０）が前記第１の開口部（２８）を有する前記上方ツール（１８）の一部分および前記第１の開口部（２８）の下に位置する前記下方ツール（１４）の一部分を同時に捕捉することができるよう前記カメラユニット（４０）を位置決めするステップと、
ｂ）少なくとも１つの光源（４４ａ）を有する前記光源の第１の組をアクティブ状態にするが残りの組をなす光源をアクティブ状態にはせず、そして前記第１の開口部（２８）

を有する前記上方ツール（１８）の前記部分および前記第１の開口部（２８）の下に位置しかつ第１のマーカ（３２）を有する前記下方ツール（１４）の一部分の第１の像を捕捉するステップと、
ｃ）少なくとも１つの光源（４４ｂ）を有する前記光源の第２の組をアクティブ状態にするが残りの組をなす光源をアクティブ状態にはせず、そして前記第１の開口部（２８）を有する前記上方ツール（１８）の前記部分および前記第１の開口部（２８）の下に位置しかつ第１のマーカ（３２）を有する前記下方ツール（１４）の前記部分の第２の像を捕捉するステップと、
ｄ）前記第１の像および前記第２の像をひとまとめに分析することによって前記第１の開口部（２８）の少なくとも２つのエッジ（４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄ）の位置を識別し、そして前記第１の開口部（２８）を有する前記上方ツール（１８）の位置を前記少なくとも２つのエッジ（４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄ）の前記位置から導き出すステップと、
ｅ）前記第１の像および前記第２の像をひとまとめに分析することによって前記第１のマーカ（３２）の位置を識別し、そして前記第１のマーカ（３２）を有する前記下方ツール（１４）の位置を前記第１のマーカ（３２）の前記位置から導き出すステップと、
ｆ）前記上方ツール（１８）の前記位置と前記下方ツール（１４）の前記位置の位置オフセットを算出するステップとを含む、方法。
【請求項１１】
請求項１～９のうちいずれか一に記載のシート材加工ユニット（１０）の前記上方ツール（１８）と前記シート材加工ユニット（１０）内に配置されたシート材（２６）との位置合わせ状態を評価する方法であって、
ａ）前記カメラユニット（４０）が前記第１の開口部（２８）を有する前記上方ツール（１８）の一部分および前記第１の開口部（２８）の下に位置する前記シート材（２６）の一部分を同時に捕捉することができるよう前記カメラユニット（４０）を位置決めするステップと、
ｂ）少なくとも１つの光源（４４ａ）を有する前記光源の第１の組をアクティブ状態にするが残りの組をなす光源をアクティブ状態にはせず、そして前記第１の開口部（２８）を有する前記上方ツール（１８）の前記部分および前記第１の開口部（２８）の下に位置しかつシート材マーカ（５０）を有する前記シート材（２６）の一部分の第１の像を捕捉するステップと、
ｃ）少なくとも１つの光源（４４ｂ）を有する前記光源の第２の組をアクティブ状態にするが残りの組をなす光源をアクティブ状態にはせず、そして前記第１の開口部（２８）を有する前記上方ツール（１８）の前記部分および前記第１の開口部（２８）の下に位置しかつ前記シート材マーカ（５０）を有する前記シート材（２６）の前記部分の第２の像を捕捉するステップと、
ｄ）前記第１の像および前記第２の像をひとまとめに分析することによって前記第１の開口部（２８）の少なくとも２つのエッジ（４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄ）の位置を識別し、そして前記第１の開口部（２８）を有する前記上方ツール（１８）の位置を前記少なくとも２つのエッジ（４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄ）の前記位置から導き出すステップと、
ｅ）前記第１の像および前記第２の像をひとまとめに分析することによって前記シート材マーカ（５０）の位置を識別し、そして前記シート材（２６）の位置を前記シート材マーカ（５０）の前記位置から導き出すステップと、
ｆ）前記上方ツール（１８）の前記位置と前記シート材（２６）の前記位置の位置オフセットを算出するステップとを含む、方法。
【請求項１２】
前記方法は、前記上方ツール（１８）が前記上方ツールの上方位置にある状態で実施され、前記上方ツール（１８）の下方位置と関連した前記上方ツール（１８）の位置合わせが較正結果を用いて算出される、請求項１０または１１記載の方法。

【請求項１３】
アクティブ状態では、少なくとも１つの光源（４４ａ）を有する前記光源の第１の組および／または少なくとも１つの光源（４４ｂ）を有する前記光源の第２の組は、前記上方ツール（１８）および前記下方ツール（１４）または前記シート材（２６）を照明して前記第１の開口部（２８）の少なくとも１つのエッジ（４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄ）がシャドー（４８ａ，４８ｂ，４８ｃ，４８ｄ）を前記第１の開口部（２８）の下に位置する前記部分上に投げるようになっている、請求項１０～１２のいずれか一に記載の方法。
【請求項１４】
第２の開口部（３０）が前記上方ツール（１８）に設けられ、請求項１０～１３のうちいずれか一に記載の前記方法は、前記カメラユニット（４０）が前記第２の開口部（３０）を有する前記上方ツール（１８）の一部分および前記第２の開口部（３０）の下に位置する一部分を同時に捕捉することができるよう前記カメラユニット（４０）を位置決めした状態で実施される、請求項１０～１３のうちいずれか一に記載の方法。
【請求項１５】
請求項１～９のうちいずれか一に記載の前記シート材加工ユニット（１０）を特にステップａ）が実施される前に較正し、前記較正ステップは、
ａ）前記上方ツール（１８）を前記上方ツールの上方位置に動かし、そして前記上方ツール（１８）と関連した較正マーカ（３６）を前記カメラユニット（４０）により捕捉するステップを含み、前記較正マーカ（３６）は、既定のレイアウトに従って配置された複数のマーカ要素（３８）を有し、
ｂ）前記上方ツール（１８）の前記上方位置と関連した水平面内における前記較正マーカ（３６）の第１の位置を算出するステップを含み、
ｃ）前記上方ツール（１８）を前記上方ツールの中間位置に動かし、そして前記上方ツール（１８）と関連した前記較正マーカ（３６）を前記カメラユニット（４０）により捕捉するステップを含み、
ｄ）前記上方ツール（１８）の前記中間位置と関連した水平面内における前記較正マーカ（３６）の第２の位置を算出するステップを含み、
ｅ）前記第１の位置と前記第２の位置を結ぶベクトルを含む較正結果を算出するステップを含む、請求項１０～１４のうちいずれか一に記載の方法。
【請求項１６】
前記上方ツール（１８）の前記中間位置は、前記上方ツール（１８）の下方位置である、請求項１５記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、特に包装のための紙シート材、厚紙シート材またはプラスチックシート材を加工するシート材加工ユニットに関する。シート材加工ユニットは、フレーム、上方ツールおよび下方ツールを有し、上方ツールと下方ツールは、シート材を加工するために相互作用するよう構成されている。上方ツールおよび下方ツールは、上方ツールと下方ツールを互いに対しかつ加工されるべきシート材に対して位置合わせするためのそれぞれ対応の上方位置合わせユニットおよび下方位置合わせユニットを介してフレームに取り付けられている。上方ツールは、第１の開口部を有する。シート材加工ユニットは、カメラユニットをさらに有し、カメラユニットは、このカメラユニットが上方ツールと下方ツールを位置合わせするために第１の開口部を有する上方ツールの一部分および第１の開口部の後ろに位置する下方ツールの一部分を同時に捕捉することができるよう配置されている。
【０００２】
本発明はまた、シート材加工ユニットの上方ツールと下方ツールの相互位置合わせ状態を上述したように評価する方法に関する。
【０００３】
加うるに、本発明は、上述した形式のシート材加工ユニット内に配置されたシート材に

対するシート材加工ユニットの上方ツールの位置合わせ状態を評価する方法に関する。
【背景技術】
【０００４】
かかるシート材加工ユニットおよび対応の方法が知られている。この技術背景において、シート材加工ユニットは、シート材加工ステーションと呼ばれることもある。例示のシート材加工ユニットまたはステーションは、屑（カス）を裁断または切断シート材から取り除くストリッピング（stripping）ステーションまたはそれぞれのブランクを裁断または切断シート材から取り出すブランキング（blanking）ステーションである。
【０００５】
所望の品質の製品を高信頼度で送り出すためには、上方ツールと下方ツールは、互いに対して位置合わせされる必要がある。位置合わせにより、上方ツールと下方ツールが所望の仕方で相互作用するようになる。その結果、適切な位置合わせ形態は、上方ツールと下方ツールが相互作用または相互係合状態にあるときに得られる。上方ツールと下方ツールの相互位置合わせ状態はまた、ツールに対する望ましくない摩耗を回避する。
【０００６】
さらに、ツール、すなわち上方ツールおよび下方ツールは、シート材を正確に加工することができるようにするためには、加工されるべきシート材に対して位置合わせされる必要がある。
【０００７】
位置合わせは、上方ツールに結合された上方位置合わせユニットおよび下方ツールに結合された下方位置合わせユニットによって行われる。両方の位置合わせユニットは、シート材が加工中に位置する平面に実質的に対応したプロセス平面内におけるそれぞれのツールの位置を調節するよう構成されている。場合によっては、この種の調節は、Ｘ方向およびＹ方向における調節と称される。さらに、位置合わせユニットは、それぞれのツールを回転方向に位置合わせするよう構成され、すなわち、これらツールを既定の間隔の範囲内でＺ方向回りに回転させるのがよい。Ｚ方向は、Ｘ方向およびＹ方向に垂直である。Ｚ方向はまた、プロセス平面に垂直である。かかる位置合わせユニットが知られている。
【０００８】
位置合わせがシート材の加工開始前に行われる必要があることは自明である。このことは、位置合わせが少なくとも、これらツールのうちの一方を交換したときにかつ／あるいは新たな作業を開始する前に必要であることを意味している。当然のことながら、いわゆる中間位置合わせもまた実施可能であり、すなわち、ツール交換または作業変更に関連しない位置合わせもまた実施可能である。
【０００９】
第１の開口部が上方ツールに設けられている。理解されるように、第１の開口部の後ろに位置する下方ツールは、シート材料がシート材加工ユニットからなくなった場合にのみカメラユニットにより捕捉可能である。この形態は、上方ツールと下方ツールを互いに位置合わせするのに適している。シート材がシート材加工ユニット内に、すなわち、上方ツールと下方ツールとの間に存在している場合、カメラユニットは、上方ツールおよびシート材の像を捕捉することができるに過ぎない。この形態は、これらツールを加工されるべきシート材に位置合わせする上で必要である。
【００１０】
位置合わせがカメラユニットによって捕捉された像に基づいて行われるので、位置合わせ精度は、像の品質で左右される。像品質は、像を用いて位置合わせ状態を正確に評価するという観点から像が適当であるかどうかということに関連している。像品質としては、シャープネス（鮮鋭度）、解像度および位置合わせマークおよび／またはエッジの視認性が挙げられる。像品質は、ある程度までは、位置合わせを実行するために捕捉されるツールの表面および／またはシート材の表面の光学的性質に依存している。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】

【００１１】
したがって、本発明の目的は、一般に、像品質を高めることによって位置合わせ精度を高めることにある。特に、像を捕捉する際に必要な表面の光学的性質に対する依存性を軽減すべきである。
【００１２】
本発明のもう１つの目的は、画像化プロセスの安定性および再現性を向上させ、かくして位置合わせ評価の再現性を向上させることにある。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
この課題は、上述した形式のシート材加工ユニットであって、捕捉されるべき部分を照明するための少なくとも１つの光源を含む光源の第１の組および捕捉されるべき部分を照明するための少なくとも１つの光源を含む光源の第２の組を有するシート材加工ユニットによって解決される。光源の第１の組と第２の組は、互いに別個であり、かつ捕捉されるべき部分を次々に照明するよう構成されている。光源は、例えばＬＥＤ（発光ダイオード）である。上方ツールおよび下方ツールの捕捉されるべき部分および／またはシート材を照明することによって、対応の像の品質が高められる。さらに、環境条件からの独立性は、少なくとも照明に関する限りにおいては達成される。その結果として、位置合わせは、高精度で実施できる。捕捉されるべき部分を次々に照明し、すなわち、最初に第１の組をなす光源だけで捕捉されるべき部分を照明し、次に第２の組をなす光源だけで捕捉されるべき部分を照明するために２つの別々の組をなす光源を用いると、像品質をさらに高めることができる。これは、上述の照明条件の各々において像を捕捉し、そして両方の像に含まれている情報を組み合わせる場合に特に当てはまる。このようにする際、例えば非常に光沢のある表面の望ましくない反射光を補償することができる。所与の場所では、かかる反射光は、照明条件の１つのうちにだけ存在するのがよい。かくして、もしそのように構成していなければ検出できないような捕捉像の特徴を少なくとも２つの像の組み合わせから検出することができる。その結果、位置合わせの正確さがさらに高められる。
【００１４】
好ましくは、光源の第１の組と第２の組は、互いにばらばらであり（すなわち、均等な言い方としては、別物であり）、すなわち、これらの組は、何らかの光源を共通して備えているわけではない。
【００１５】
本発明の根底にある基本的な概念は、単一の像が所与の照明条件下において捕捉されるという言い方ではなく、少なくとも２つの像が互いに異なる特別に作られた照明条件下において捕捉されるという言い方によって要約できる。少なくとも２つの像に含まれている情報を組み合わせる。互いに異なる照明条件は特に、少なくとも２つの像中の光と陰影の互いに異なる分布をもたらす。これらの像を組み合わせることによって、望ましくない反射光または偏向の作用を補償する。
【００１６】
当然のことながら、他の構成例では、３つ以上の別々の（またはばらばらの）組をなす光源、例えば、４つの組をなす光源を用いることができる。光源の各組は、特定の照明条件を作るために用いられ、像が照明条件の各々について捕捉される。しかる後、像中に含まれている情報を組み合わせる。
【００１７】
このような前後の脈絡においては、カメラユニットは、像を捕捉するシステムと理解される。その結果、カメラユニットは、追加の光学部品、例えばレンズまたは鏡をさらに有するのがよい。鏡は、カメラユニットを制限された空間内に収納することができるよう光軸を傾けるのに特に適している。
【００１８】
好ましい実施形態では、光源の組は、カメラユニット上に配置されるのがよい。その結果、カメラユニットおよび光源の組は、コンパクトでありかつ少ない労力でシート材加工

ユニット内に設けることができる構造的ユニットを形成する。

【００１９】

加うるに、上方ツールと下方ツールの両方が互換性のあるツールであること、すなわち、上方ツールと下方ツールの両方に代えて他の作業を実施する他のツールを用いることができるようにすることが好ましい。したがって、シート材加工ユニットは、多種多様な作業を行うために使用できる。

【００２０】

好ましくは、第１のマーカが第１の開口部の後ろに位置する下方ツールの部分に設けられる。第１のマーカは、好ましくは、下方ツールの表面に設けられていてカメラユニットによって容易に検出できる特徴として具体化される。これにより、迅速かつ正確な位置合わせが可能であり、と言うのは、位置合わせは、あまり目立たない表面特徴に代えてマーカを利用するからである。

【００２１】

カメラユニットは、カメラユニットが上方ツールの幅方向に沿って変位可能であるように直線駆動ユニットを介してフレーム上に可動的に支持される。幅方向は、シート材加工ユニットの横方向、すなわち、加工されるべきシート材の走向方向に垂直に差し向けられた方向に一致するのがよい。その結果、位置合わせのために用いられる像を捕捉するための適当な位置にカメラを動かすことができる。その結果として、像の品質および位置合わせ精度が高められる。可動的に支持されたカメラユニットはまた、シート材加工ユニットをこのシート材加工ユニット内で用いられる互いに異なるツールに対して融通性があるようにする。種々のツールがそれぞれ対応の第１の開口部を様々な位置で提供することができる。高品質像を捕捉することができる位置にカメラユニットを常に動かすことができる。

【００２２】

一実施形態によれば、第２の開口部が第１の開口部を有する上方ツールに設けられる。カメラユニットが第２の開口部を有する上方ツールの一部分および第２の開口部の後ろに位置する下方ツールの一部分を同時に捕捉することができるようカメラユニットを直線駆動ユニットで動かすのがよい。かくして、上方ツールは、２つの開口部、すなわち、第１の開口部および第２の開口部を有する。上方ツールと下方ツールを互いに位置合わせするためかつ上方ツールを加工されるべきシート材に対して位置合わせするため、カメラユニットは、第１の開口部および第２の開口部にそれぞれ対応した２つの位置で像を捕捉するのがよい。これにより、位置合わせ精度が高まる。特に、像を２つの位置で捕捉することにより、上方ツールと下方ツールの回動位置合わせが可能になり、例えば、上方ツールと下方ツールの互いに対するまたは加工されるべきシート材に対するＺ方向回りの回転が可能である。１つの位置でのみ捕捉された像を用いると、Ｘ方向およびＹ方向に沿う位置だけを測定することができる。この場合、回動位置合わせ不良が生じることを想定する必要がある。

【００２３】

また、第２のマーカが第２の開口部の後ろに位置する下方ツールの部分に設けられるのがよい。また、第２のマーカは、好ましくは、カメラユニットによって容易に検出できる下方ツールの表面上の特徴部として実現される。これにより、位置合わせが目立ちにくい表面特徴部ではなくマーカに依存するので迅速且つ正確な位置合わせが可能である。

【００２４】

上述したように、上方ツールと下方ツールの互いに対する位置合わせは、上方ツールと下方ツールが相互作用状態または相互係合状態にある場合には必要不可欠である。しかしながら、作業変更の際、上方ツールと下方ツールは、使用される前に、すなわち、相互作用状態または相互係合状態になる前に位置合わせが行われなければならない。本発明の一観点によれば、較正マーカを用いる較正方法が提供される。較正により、両方のツールが相互係合状態にあるときにおける下方ツールに対する上方ツールの位置を両方のツールが非係合状態にあるときにおける下方ツールに対する上方ツールの位置から算出することができる。換言すると、較正により、上方ツールが下方係合位置にあるそのときの上方ツー

ルの位置を上方ツールが上方の非係合位置にあるそのときの上方ツールの位置から予測することができる。較正方法は、機械のセットアップ段階中に実施される。

【００２５】

利用できる較正データのない場合、上方の非係合位置で測定されるＸ方向およびＹ方向に沿う上方ツールの位置が下方の係合位置にある上方ツールのＸおよびＹ位置に等しいことが想定される。

【００２６】

一変形例によれば、較正マーカが、上方ツールまたは上方ツールが取り付けられている対応のツールホルダ上に位置決めされる。較正マーカは、カメラユニットによって検出可能であり、特に、較正マーカの一表面は、光を拡散的に反射する材料で作られている。別の変形例では、２つ以上の較正マーカ、例えば上方ツール上に分散配置された４つの較正マーカが用いられる。光を拡散的に反射する材料は、他の材料よりも邪魔になる反射光を生じさせる度合いが小さい。その結果として、カメラユニットにより捕捉される像の品質が高められる。

【００２７】

較正マーカは、シート材を加工するために移動できる上方ツールと関連している。

【００２８】

較正マーカに起因して、上方ツールと下方ツールの係合位置における位置合わせは、両方のツールの非係合位置で対応の像を捕捉しながら達成できる。上方ツールは、非係合状態では上方位置にあり、係合状態では下方位置にある。この目的のため、最初にツールを相互作用または相互係合状態になるよう動かし、較正マーカの像を捕捉する。しかる後、ツールを位置合わせに用いられる位置に動かし、再び、較正マーカの像を捕捉する。較正マーカの２つの像を分析すると、ツールの相互係合位置の座標は、位置合わせが実施されたツールの位置に対して正確に求められる。これら座標またはより一般的に言って較正結果を位置合わせに使用することができる。かくして、較正マーカにより、高い位置合わせ精度が得られる。

【００２９】

一変形例によれば、較正は、上方ツールがその上方位置にある状態で第１の較正像を用いるとともに上方ツールが中間位置にある状態で第２の較正像を用いる。上方ツールの上方位置は、位置合わせ方法に用いられる位置に対応している。中間位置は、上方位置よりも低いが、係合位置よりも依然として高い。係合位置にある上方ツールのＸ座標およびＹ座標は、上方位置にある上方ツールのＸ‐Ｙ位置と組み合わせされた上方、中間、および下方位置のそれぞれの高さ（すなわち、Ｚ位置）を用いることによって、中間位置にある上方ツールのＸおよびＹ位置から外挿できる。十分な精度を確保するためには、上方位置と中間位置との間における上方ツールの移動距離（垂直方向移動距離）は、上方位置と下方位置との間の全移動距離の少なくとも３０％であることが必要であり、好ましくは８０％である。

【００３０】

較正マーカは、既定のレイアウトに従って配置された複数のマーカ要素を含むのがよい。マーカ要素は、例えば、スポットまたは他の比較的単純な幾何学的要素である。これらマーカ要素は、例えば、既知のメッシュサイズの長方形アレイの状態に配列される。好ましい実施例では、３６個のマーカ要素が６×６のマーカの正方形アレイの状態に配列される。かかる較正マーカに関し、三次元空間内における位置は、カメラユニットによって容易に検出できる。カメラユニットの位置が既知である場合、検出平面内における較正マーカの位置を像中の較正マーカの位置から導き出すことができる。検出平面に垂直な方向Ｚに沿う較正マーカの位置を求めるには、既知のメッシュサイズからの像中のメッシュサイズの偏差を分析するのがよい。換言すると、マーカのズーム比またはマーカスケールを分析する。その結果、較正マーカにより関連ツールの位置を正確に検出することができる。

【００３１】

較正マーカを選択的に覆い隠したりむき出しにしたりするためのカバーが設けられるの

がよい。このようにすることでマーカがダストまたは他の望ましくない粒子で覆われることがないようになる。マーカをできるだけきれいな状態に保つとその検出精度および速度を高レベルに維持することができる。

【００３２】

上方ツールは、少なくとも１つであるが、好ましくは数個の較正マーカを有する。

【００３３】

有利には、上方ツールは、垂直駆動ユニットに連結され、下方ツールは、実質的にフレーム内に固定され、上方ツールは、シート材を加工するために垂直方向に沿って下方ツールに対して動くことができるようになっている。ツールのかかる構成は、シート材を加工する上で好適であることが判明した。この関係で、下方ツールを固定するということは、シート材加工ユニットの動作状態に関連する。このことは、固定状態のツールが位置合わせ目的で依然として動くことができるということを意味している。

【００３４】

好ましい実施形態によれば、光源の第１の組は、単一の光源から成り、光源の第２の組は、単一の光源から成る。かかる組をなす光源は、構造的に簡単であり、しかも堅牢である。

【００３５】

さらに、本発明の課題は、本発明に従ってシート材加工ユニットの上方ツールと下方ツールの相互位置合わせ状態を評価する方法であって、

ａ）カメラユニットが第１の開口部を有する上方ツールの一部分および第１の開口部の後ろに位置する下方ツールの一部分を同時に捕捉することができるようカメラユニットを位置決めするステップと、

ｂ）少なくとも１つの光源を有する光源の第１の組をアクティブ状態にするが残りの組をなす光源をアクティブ状態にはせず、そして第１の開口部を有する上方ツールの部分および第１の開口部の後ろに位置しかつ第１のマーカを有する下方ツールの一部分の第１の像を捕捉するステップと、

ｃ）少なくとも１つの光源を有する光源の第２の組をアクティブ状態にするが残りの組をなす光源をアクティブ状態にはせず、そして第１の開口部を有する上方ツールの部分および第１の開口部の後ろに位置しかつ第１のマーカを有する下方ツールの部分の第２の像を捕捉するステップと、

ｄ）第１の像および第２の像をひとまとめに分析することによって第１の開口部の少なくとも２つのエッジの位置を識別し、そして第１の開口部を有する上方ツールの位置を少なくとも２つのエッジの位置から導き出すステップと、

ｅ）第１の像および第２の像をひとまとめに分析することによって第１のマーカの位置を識別し、そして第１のマーカを有する下方ツールの位置を第１のマーカの位置から導き出すステップと、

ｆ）上方ツールの位置と下方ツールの位置の位置オフセットを算出するステップとを含むことを特徴とする方法によって解決される。

【００３６】

理解されるように、本方法は、シート材がシート材加工ユニット内に、特に上方ツールと下方ツールとの間に存在していなくても実施される。第１の組をなす光源および第２の組をなす光源をアクティブ状態にすることにより、互いに異なる照明条件が作られる。捕捉されるべき部分の特徴のうちの幾つかは、一方の照明条件の方が他方の照明条件よりも良好に視認できまたは検出できるのがよい。その結果、少なくとも２つのエッジの位置および第１のマーカの位置を高精度かつ高信頼度で識別することができる。その結果、上方ツールと下方ツールの位置を高精度かつ高信頼度で導き出すことも可能である。したがって、位置合わせの高品質指標と見なすことができる位置オフセットを高精度で求めることができる。この位置オフセットは、ツールのうちの一方を動かすべきであるかどうかを決める上で利用でき、その目的は、位置合わせ状態を向上させることにある。位置合わせが上方ツールと下方ツールの互いの相対的向きを定めるので、ツールのうちの一方が位置合

わせユニットを備えることで技術的にはこと足りる。しかしながら、後で説明するように、両方のツールが位置合わせユニットを備えることが好ましい。本方法は、ツールセットが動かないでじっとしているときにツールの交換の度に実施される。そのようにすると、上方ツールと下方ツールの互いの適正な位置合わせが保証される。本方法は、完全自動方式で実施できる。また、ツールのその後の位置合わせは、完全に自動であってよい。

【００３７】

さらに、本発明の課題は、本発明に係るシート材加工ユニットの上方ツールとシート材加工ユニット内に配置されたシート材との位置合わせ状態を評価する方法であって、

ａ）カメラユニットが第１の開口部を有する上方ツールの一部分および第１の開口部の後ろに位置するシート材の一部分を同時に捕捉することができるようカメラユニットを位置決めするステップと、

ｂ）少なくとも１つの光源を有する光源の第１の組をアクティブ状態にするが残りの組をなす光源をアクティブ状態にはせず、そして第１の開口部を有する上方ツールの部分および第１の開口部の後ろに位置しかつシート材マーカを有するシート材の一部分の第１の像を捕捉するステップと、

ｃ）少なくとも１つの光源を有する光源の第２の組をアクティブ状態にするが残りの組をなす光源をアクティブ状態にはせず、そして第１の開口部を有する上方ツールの部分および第１の開口部の後ろに位置しかつシート材マーカを有するシート材の部分の第２の像を捕捉するステップと、

ｄ）第１の像および第２の像をひとまとめに分析することによって第１の開口部の少なくとも２つのエッジの位置を識別し、そして第１の開口部を有する上方ツールの位置を少なくとも２つのエッジの位置から導き出すステップと、

ｅ）第１の像および第２の像をひとまとめに分析することによってシート材マーカの位置を識別し、そしてシート材の位置をシート材マーカの位置から導き出すステップと、

ｆ）第１の開口部を有する上方ツールの位置とシート材の位置の位置オフセットを算出するステップとを含むことを特徴とする方法によって解決される。

【００３８】

理解されるように、本方法は、シート材料がシート材加工ユニット内に存在している状態でのみ実施できる。シート材を切断し、箔押しし、または印刷することができる。好ましくは、シート材は、切断される。第１の組をなす光源および第２の組をなす光源をアクティブ状態にすることにより、互いに異なる照明条件が作られる。捕捉されるべき部分の特徴のうちの幾つかは、一方の照明条件の方が他方の照明条件よりも良好に視認できまたは検出できるのがよい。その結果、少なくとも２つのエッジの位置およびシート材マーカの位置を高精度かつ高信頼度で識別することができる。その結果、上方ツールの位置を高精度かつ高信頼度で導き出すことも可能である。同じことは、シート材の位置について当てはまる。したがって、位置合わせの高品質指標と見なすことができる位置オフセットを高精度で求めることができる。この位置オフセットは、ツールをシート材に対して動かすべきであるかどうかを決める上で利用でき、その目的は、位置合わせ状態を向上させることにある。この目的のため、上方ツールと下方ツールの両方は、これらツールを互いに動かさないで両方のツールをシート材に対して動かすのに適した位置合わせユニットをそれぞれ備える。本方法は、ツールセットが動かないでじっとしているときにツールの交換の度に実施される。そのようにすると、シート材に対する上方ツールおよび下方ツールの適正な位置合わせが保証される。本方法は、完全自動方式で実施できる。また、ツールのその後の位置合わせは、完全に自動であってよい。

【００３９】

第１の開口部のエッジがまっすぐである場合、少なくとも２つのエッジの位置を識別することにより、Ｘ方向に沿う位置およびＹ方向に沿う位置を求めることができるという利点が得られる。同一の結果、すなわちＸ方向に沿う位置およびＹ方向に沿う位置を単一の湾曲エッジを識別することによって得ることができる。かくして、湾曲エッジの２つの部分は、本願で言うところの２つのエッジと見なされるべきである。

【００４０】
両方の方法は、上方ツールがその上方の非係合位置にある状態で実施でき、上方ツールの下方の係合位置と関連したその上方ツールの位置合わせは、較正結果を用いて算出される。本発明のシート材加工ユニットに関連してすでに説明したように、較正結果は、本質的には、上方ツールの上方位置に対する上方ツールの下方位置の座標系を含む。換言すると、較正結果は、上方位置と下方位置との空間的差またはベクトルを含む。その結果、下方位置と関連した位置合わせを較正結果の使用により上方位置で評価される位置合わせから容易に導き出すことができる。較正結果は、特に、以下に説明する方法ステップを用いることによって得られる。
【００４１】
好ましくは、アクティブ状態では、少なくとも１つの光源を有する光源の第１の組および／または少なくとも１つの光源を有する光源の第２の組は、第１の開口部の少なくとも１つのエッジがシャドーを第１の開口部の下に位置する部分上に投げるよう上方ツールおよび下方ツールまたはシート材を照明する。その結果として、エッジを高精度で検出することができる。これは、エッジに隣接して直接結果として生じるシャドーが捕捉した像中の暗い領域として見え、これに対し、第１の開口部を有するそれぞれのツールのエッジに隣接して位置する一部分が捕捉像中の明るい領域として見えるということに起因している。変形例として、照明はまた、２つのエッジが第１の開口部の下に位置する部分上のシャドーに投げるように行われるのがよい。かかるエッジは、好ましくは、隣り合うエッジである。両方の変形例において、対応のツールのエッジおよびかくして位置を高精度で検出することができる。
【００４２】
一変形例では、第２の開口部が第１の開口部を有する上方ツールに設けられ、本方法は、カメラユニットが第２の開口部を有する上方ツールの一部分および第２の開口部の後ろに位置する一部分を同時に捕捉することができるようカメラユニットを位置決めした状態で実施される。好ましくは、かかる第２の開口部と組み合わせて、第２のマーカが第２の開口部の後ろに位置する下方ツールの部分に設けられると共に／あるいは別のシートマーカが第２の開口部の後ろに位置するシート材料に設けられる。第２の開口部は、第１の開口部と関連してすでに説明したのと本質的に同一の作用効果および同一の利点を奏する。しかしながら、上方ツールと下方ツールの相互位置合わせ状態を評価するためにまたはシート材に対する上方ツールの位置合わせ状態を評価するために第１の開口部と第２の開口部の両方を用いると、検出精度をさらに高めることができる。換言すると、第１の開口部と第２の開口部を用いることによって、位置合わせ状態が２つの互いに異なる位置で評価される。
【００４３】
本発明に係るシート材加工ユニットは、特にステップａ）が実施される前に較正されるのがよく、この較正ステップは、
ａ）上方ツールを上方ツールの上方位置に動かし、そして上方ツールと関連した較正マーカをカメラユニットにより捕捉するステップを含み、較正マーカは、既定のレイアウトに従って配置された複数のマーカ要素を有し、
ｂ）上方ツールの上方位置と関連した水平面内における較正マーカの第１の位置を算出するステップを含み、
ｃ）上方ツールを上方ツールの中間位置に動かし、そして上方ツールと関連した較正マーカをカメラユニットにより捕捉するステップを含み、
ｄ）上方ツールの中間位置と関連した水平面内における較正マーカの第２の位置を算出するステップを含み、
ｅ）第１の位置と第２の位置を結ぶベクトルを含む較正結果を算出するステップを含む。
【００４４】
較正マーカと関連した上方ツールの位置の算出については本発明に係るシート材加工ユニットと関連してすでに詳細に説明した。かくして、較正マーカの位置を三次元空間内で

検出することができる。シート材加工ユニットと関連して記載した作用効果および利点もまた、較正のための方法ステップに当てはまる。

【００４５】

これに基づいて、上方ツールの中間位置と上方位置との間における実際の運動方向がカメラの光軸から逸脱する角度をも算出することができる。上述したように、上方位置および中間位置における較正マーカの像を捕捉すると、これら位置相互間の空間的差またはベクトルを算出することができる。この空間的差もまた、較正結果と呼ばれる場合がある。この空間的差は、上方ツールの上方位置が既知である場合に上方ツールの下方位置を予測するために使用できる。

【００４６】

較正は、シート材加工ユニットを設けた後に１回実施されるのがよい。好ましくは、較正はまた、シート材加工ユニットの円滑な動作を確保するために必要に応じて時々、例えば定期的に実施される。

【００４７】

好ましくは、較正は、カメラユニットの複数の位置で実施され、較正マーカがこれら位置の各々について設けられる。例えば、較正は、４個、６個または９個の較正マーカを用い、かかる較正は、４個、６個または９個のそれぞれの位置で実施される。このようにすると、較正精度がさらに高められる。

【００４８】

有利には、上方ツールの中間位置は、上方ツールの下方位置である。換言すると、中間位置は、上方ツールと下方ツールが互いに係合状態にある位置に対応する。次に、添付した図面を参照して本発明について説明する。

【図面の簡単な説明】

【００４９】

【図１】本発明に係るシート材加工ユニットの部分切除概略側面図であり、シート材加工ユニットの上方ツールが上方の位置で示され、シート材がシート材加工ユニット内に配置され、上方ツールがシート材上にシャドーを投げている状態を示す図である。

【図２】本発明に係るシート材加工ユニットの部分切除概略側面図であり、上方ツールの下方位置と上方位置との間の実際の運動方向のなす角度をカメラユニットの光軸からは区別することができない関係を表す図である。

【図３】図２のシート材加工ユニットの略図であり、上方ツールの下方位置と上方位置との間における実際の運動方向Ｚ′とカメラユニットの光軸との位置合わせ不良が説明目的で誇張してある図である。

【図４】図１のシート材加工ユニットの概略平面図であり、シート材が省かれている状態を示す図である。

【図５】図１～図４のシート材加工ユニットの較正マーカを取り出して示す図である。

【図６】図１～図４のシート材加工ユニットの上方ツールの一部分および下方ツールの一部分を第１の照明状態で示す図である。

【図７】図１～図４のシート材加工ユニットの上方ツールの一部分および下方ツールの一部分を第２の照明状態で示す図である。

【図８】図１～図４のシート材加工ユニットの上方ツールの一部分および下方ツールの一部分を第３の照明状態で示す図である。

【図９】図１～図４のシート材加工ユニットの上方ツールの一部分および下方ツールの一部分を第４の照明状態で示す図である。

【図１０】図１～図４のシート材加工ユニットの上方ツールの一部分および下方ツールの一部分の組み合わせ像を示す図であり、第１の照明条件から第４の照明条件が組み合わせてある図である。

【図１１】別の実施形態に係るシート材加工ユニットの上方ツールの一部分および下方ツールの一部分を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００５０】
図１～図４は、シート材加工ユニット１０を示しており、このシート材加工ユニットは、図示の実施例では、厚紙シート材（枚葉紙）のためのストリッピングステーションである。
【００５１】
シート材加工ユニット１０は、フレーム１２を有する。
【００５２】
下方ツール１４が下方位置合わせユニット１６を介してフレームに取り付けられている。
【００５３】
位置合わせユニット１６に由来して生じる考えられる運動はさておき、下方ツール１４は、フレーム１２内に固定されている。
【００５４】
さらに、上方ツール１８が上方位置合わせユニット２０を介してフレーム１２に取り付けられている。
【００５５】
上方ツール１８は、さらに、垂直駆動ユニット２２に連結されており、その結果、上方ツール１８は、下方ツール１４上に配置された例示のシート材２６を加工するために垂直方向２４に沿って下方ツール１４に対して動くことができる（図１を参照）。
【００５６】
図２および図３では、上方ツール１８および関連コンポーネントは、上方位置および下方位置で示されている。これら両方の位置を区別するため、上方位置に示されたコンポーネントは、添え字ｕを付けて示され、下方位置にあるコンポーネントは、添え字ｌを付けて示されている。
【００５７】
上方ツール１８と下方ツール１４は、シート材２６を加工するため、この実施例では、ストリッピング作業を実施するために相互作用するよう構成されている。ストリッピング自体は当該技術分野において知られているので、これについての詳細な説明を省く。
【００５８】
上側ツール１８と下側ツール１４は、互いにかつシート材２６に対して位置合わせされるのが良い。この目的のため、位置合わせユニット１６，２０を用いるのが良く、これら位置合わせユニットは、それぞれ対応のツール１４，１８をＸ方向およびＹ方向に沿って既定の間隔の範囲内で動かすことができる。さらに、位置合わせユニット１６，２０は、Ｚ方向周りにおけるそれぞれ対応のツール１４，１８の回転を可能にする。
【００５９】
さらに、上方ツール１８は、実質的に長方形の形をした第１の開口部２８を有する（図４参照）。
【００６０】
加うるに、第２の開口部３０が上方ツール１８に設けられている。第２の開口部３０もまた、実質的に長方形の形をしており、この形は、第１の開口部２８の形と実質的に同一である。しかしながら、第２の開口部３０は、Ｙ方向に沿って第１の開口部２８に対してずらされている（図４参照）。
【００６１】
上側ツール１８の上方のある位置を取ると、下方ツール１４は、第１の開口部２８および第２の開口部３０を通して見える。
【００６２】
第１の開口部２８の後ろに位置する下方ツール１４の部分に第１のマーカ３２が設けられている。
【００６３】
第２の開口部３０の後ろに位置する下方ツール１４の部分には第２のマーカ３４が設けられている。

【００６４】
第１のマーカ３２と第２のマーカ３４の両方は、光学的に検出可能なマーカである。
【００６５】
図示の実施例では、第１のマーカ３２および第２のマーカ３４は、十字として形成されている。
【００６６】
較正マーカ３６は、実質的に正方形であり、この較正マーカは、既定のレイアウトに従って配置された複数のマーカ要素３８を有する。図示の実施例では、較正マーカ３６は、一定のメッシュサイズで正方形のアレイをなして配列された９つのマーカ要素３８を有する。分かりやすくするために、マーカ要素３８の幾つかだけが参照符号で示されている（図５参照）。
【００６７】
さらに、較正マーカの表面は、光を拡散的に反射する材料で作られている。
【００６８】
シート材加工ユニット１０は、カメラユニット４０をさらに有し、カメラユニット４０は、直線駆動ユニット４２（図４参照）を介してフレーム１２上に可動的に支持されており、カメラユニット４０は、Ｙ方向に対応した上方ツール１８および下方ツール１４の幅方向に沿って変位可能である。
【００６９】
この実施形態では、カメラユニット４０は、到来する光ビームの向きを変える鏡４０ａを有し、到来光ビームは、実質的に垂直方向２４に沿ってレンズ４０ｂに当たるよう差し向けられる。
【００７０】
レンズ４０ｂは、実質的に水平方向に見て鏡４０ａに隣接して配置されている。像検出器４０ｃがレンズの後ろに位置決めされていてレンズ４０ｂを透過して送られた光ビームを受ける。
【００７１】
位置合わせ方法と関連して説明するように、カメラユニット４０は、これが第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部２８の後ろに位置していて第１のマーカ３２を有する下方ツール１４の一部分を同時に捕捉することができるよう配置されている。
【００７２】
さらに、カメラユニット４０は、これが第２の開口部３０を有する上方ツール１８の一部分および第２の開口部３０の後ろに位置していて第２のマーカ３４を有する下方ツール１４の一部分を同時捕捉することができる位置に移動できる。
【００７３】
さらに、較正マーカ３６は、カメラユニット４０によって検出可能である。
【００７４】
さらに、シート材加工ユニット１０は、４つのばらばらの組をなす光源を有し、これら光源組は各々、カメラユニット４０によって捕捉されるべき部分を照明するためのちょうど１つの光源４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄを含む。
【００７５】
以下の説明において、光源４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄの各々は、対応の光源組を表している。
【００７６】
この例では、ばらばらの組をなす光源を用いているが、より一般的に言って、各組がその隣の組と幾つかの光源を共有する４つのばらばらの光源組を用いる可能性があることに注目されたい。実際には、これは、リング状に配列されたＬＥＤを用いる場合に起こることがあり、各照明は、リングの１／４よりもわずかに多い部分を表している（同じ理由は、リングを２つの組をなす光源として用いる場合に当てはまる）。

【００７７】
光源４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄは、これらの部分を次々に照明するよう構成され、すなわち、これら光源は、同時にはアクティブ状態にはならない。これについては本発明の方法と関連して以下において説明する。
【００７８】
高品質プロセス結果をもたらすため、すなわち、シート材料２６を正確かつ確実にシート材料２６をストリッピングする（シート材から屑を取り除く）ため、上方ツール１８と下方ツール１４は、上方ツール１８がその下方位置にあるときに正確に位置合わせされる必要がある。上方ツール１８と下方ツール１４が相互作用するのがこの位置でのみ行われる。さらに、上方ツール１８および下方ツール１４は、加工されるべきシート材料２６と注意深く位置合わせされる必要がある。
【００７９】
しかしながら、上方ツール１８がその下方位置ではなくその上方位置にあるときの位置合わせ（アライメント）状態を評価することが好都合であることが判明した。
【００８０】
これは、シート材加工ユニット１０が適正に較正されている場合に可能である。
【００８１】
この目的のため、上方ツール１８を中間位置に動かし、この中間位置は、図示の実施例では、その下方位置に対応しており、較正マーカ３６の像がカメラユニット４０によって捕捉される。
【００８２】
カメラユニット４０の位置は既知であるので、Ｘ方向およびＹ方向に延びる平面内における較正マーカ３６の位置を捕捉した像の分析により算出することができる。
【００８３】
さらに、較正マーカ３６の垂直位置、すなわちＺ方向における較正マーカ３６の位置は、カメラユニットの既知の位置および既知の既定レイアウトと組み合わせて捕捉像を分析することによって算出できる。レイアウトが既知であるので、像を分析することによってズーム比を算出することができ、そしてＺ方向に沿う位置をズーム比から導き出すことができる。
【００８４】
次に、上方ツール１８をその上方位置に動かし、較正マーカ３６の像をカメラユニット４０で捕捉する。
【００８５】
また、上方ツール１８のこの位置では、Ｘ方向およびＹ方向に延びる平面内における較正マーカ３６の位置は、カメラユニット４０の既知の位置と組み合わせて捕捉像を分析することによって算出できる。
【００８６】
上述した内容と同様、Ｚ方向における較正マーカ３６の位置もまた、カメラユニットの既知の位置および既定パターンと組み合わせて捕捉像を分析することによって算出できる。
【００８７】
上述の位置を用いて、上方ツール１８の上方位置と下方位置の空間的差を算出することができる。空間的差は、ベクトルの形で表せる。
【００８８】
また、上方ツール１８の下方位置と上方位置との間における実際の運動方向Ｚ′が光軸２５からずれている角度αを上述の位置の評価によって算出することができる（図３参照）。
【００８９】
この較正の結果として、上方ツール１８の下方位置をその既知の上方位置に基づいて算出することができる。
【００９０】

理解されるように、この実施例では、較正マーカ３６が１つだけ設けられ、かくして較正は、カメラユニット４０の１つの位置のところだけで実施される。しかしながら、理解されるように、上述の較正ステップは、カメラユニット４０の複数の位置でも実施でき、この場合、較正マーカ３６はこれら位置の各々について設けられる。

【００９１】

較正がいったん行われると、上方ツール１８と下方ツール１４の互いに対する位置合わせを上方ツール１８がその上方位置にある状態で評価できる。上述したように、上方ツール１８の下方位置は、上述の較正結果を用いて算出できる。位置合わせのためには、下方位置が適切である。

【００９２】

カメラユニット４０が第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部２８の後ろに位置する下方ツール１４の一部分を同時に捕捉することができるようカメラユニット４０を位置決めする。下方ツール１４のこの部分は、第１のマーカ３２を含む。

【００９３】

次に、第１の光源４４ａをアクティブ状態にし、これに対し、残りの光源４４ｂ，４４ｃ，４４ｄは、アクティブ状態にはされない。かくして、第１の光源４４ａは、上方ツール１８および下方ツール１４を照明して第１の開口部２８の１つのエッジ４６ａがシャドー４８ａを第１の開口部２８の下に位置する下方ツール１４の一部分上に投げるようになっている（図６参照）。

【００９４】

第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部の下に位置していて第１のマーカ３２を有する下方ツール１４の一部分の第１の像をカメラユニット４０によって捕捉する。

【００９５】

次に、第２の光源４４ｂをアクティブ状態にし、これに対し、残りの光源４４ａ，４４ｃ，４４ｄは、アクティブ状態にはされない。かくして、第２の光源４４ｂは、上方ツール１８および下方ツール１４を照明して第１の開口部２８の１つのエッジ４６ｂがシャドー４８ｂを第１の開口部２８の下に位置する下方ツール１４の一部分上に投げるようになっている（図７参照）。

【００９６】

第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部の下に位置していて第１のマーカ３２を有する下方ツール１４の一部分の第２の像をカメラユニット４０によって捕捉する。

【００９７】

その後、第３の光源４４ｃをアクティブ状態にし、これに対し、残りの光源４４ａ，４４ｂ，４４ｄは、アクティブ状態にはされない。かくして、第３の光源４４ｃは、上方ツール１８および下方ツール１４を照明して第１の開口部２８の１つのエッジ４６ｃがシャドー４８ｃを第１の開口部２８の下に位置する下方ツール１４の一部分上に投げるようになっている（図８参照）。

【００９８】

第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部の下に位置していて第１のマーカ３２を有する下方ツール１４の一部分の第３の像をカメラユニット４０によって捕捉する。

【００９９】

最後に、第４の光源４４ｄをアクティブ状態にし、これに対し、残りの光源４４ａ，４４ｂ，４４ｃは、アクティブ状態にはされない。かくして、第４の光源４４ｄは、上方ツール１８および下方ツール１４を照明して第１の開口部２８の１つのエッジ４６ｄがシャドー４８ｄを第１の開口部２８の下に位置する下方ツール１４の一部分上に投げるようになっている（図９参照）。

【０１００】
第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部の下に位置していて第１のマーカ３２を有する下方ツール１４の一部分の第４の像をカメラユニット４０によって捕捉する。
【０１０１】
次に、４つの像をひとまとめに分析し、第１の開口部２８のエッジ４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄのそれぞれの位置を識別する。上述の４つの像を組み合わせた像が図１０に示されている。
【０１０２】
この図で理解できるように、４つの光源４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄを順次照明することにより、上方ツール１８の比較的明るい領域と投げられたシャドー４８ａ，４８ｂ，４８ｃ，４８ｄの比較的暗い領域との間の境界線としてエッジ４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄを明確に識別することができる。
【０１０３】
かくして、第１の開口部２８の位置をこれらの像から導き出すことができる。
【０１０４】
上方ツール１８の第１の開口部２８の位置が既知であるので、上方ツール１８の位置もまた容易に導き出せる。
【０１０５】
さらに、上述したように４つの像をひとまとめに分析することによって、第１のマーカ３２の位置もまた高精度で識別することができる。
【０１０６】
下方ツール１４に対する第１のマーカ３２の位置が既知であるので、下方ツール１４の位置は、容易に導き出せる。
【０１０７】
上方ツール１８の位置および下方ツール１４の位置を用いると、これらツール１４，１８相互間の位置オフセットを算出することができる。
【０１０８】
この位置オフセットは、上方ツール１８と下方ツール１４の互いに対する位置合わせの指標である。
【０１０９】
別のステップでは、カメラユニット４０をこれが第２の開口部３０を有する上方ツール１８の一部分および第２の開口部３０の後ろに位置する下方ツール１４の一部分を同時に捕捉することができるよう位置決めする。下方ツール１４のこの部分は、第２のマーカ３４を含む。
【０１１０】
この目的のため、直線駆動ユニット４２を用いてカメラユニット４０をＹ方向に沿って動かす。
【０１１１】
しかる後、第１の開口部２８と関連したカメラユニット４０の位置と関連して説明したように４つの光源４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄを次々にアクティブ状態にする手順を繰り返す。上記説明を参照されたい。
【０１１２】
これに基づいて、ツール１４，１８相互間の別の位置オフセットを算出する。
【０１１３】
一方または両方位置オフセットが所望の範囲から外れている場合、ツール１４，１８のうちの一方または両方のツール１４，１８をそれぞれの位置合わせユニット１６，２０によって動かすことによってツール１４，１８の位置合わせ状態を調節するのが良い。
【０１１４】
その結果、上方ツール１８と下方ツール１４を互いに対して位置合わせする。

【０１１５】
今や、シート材２６に対する上方ツール１８および下方ツール１４の位置合わせ状態を評価することができる。注目されるように、こういう状況では、ツール１４，１８の互いに対する位置合わせ状態は何ら変化しない。換言すると、ツール１４，１８の相対位置は、維持される。
【０１１６】
この問題を解決するためには、シート材２６は、上方ツール１８と下方ツール１４との間に配置される必要がある。かくして、上方ツール１８の上方に視点を取った場合、下方ツール１４は、シート材２６によって覆われ、各々がシートマーカ５０を有するシート材２６のそれぞれの部分は、第１の開口部２８の後ろにかつ第２の開口部３０の後ろに位置する。
【０１１７】
シート材２６に対する上方ツール１８および下方ツール１４の位置合わせの評価は、上方ツール１８および下方ツール１４の互いに対する位置合わせに極めて類似しているので、この場合もまた、図６～図１０を参照する。これらの図では、シート材２６は、下方ツール１４の代替手段として表され、シートマーカのうちの１つは、第１のマーカ３２の代替手段として表されている。
【０１１８】
カメラユニット４０が第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部２８の後ろに位置するシート材２６一部分を同時に捕捉することができるようカメラユニット４０を位置決めする。シート材２６のこの部分は、シート材マーカ５０を含む。
【０１１９】
次に、第１の光源４４ａをアクティブ状態にし、これに対し、残りの光源４４ｂ，４４ｃ，４４ｄは、アクティブ状態にはされない。かくして、第１の光源４４ａは、上方ツール１８およびシート材２６を照明して第１の開口部２８の１つのエッジ４６ａがシャドー４８ａを第１の開口部２８の下に位置するシート材２６の一部分上に投げるようになっている（図６参照）。
【０１２０】
第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部の下に位置していてシート材マーカ５０を有するシート材２６の一部分の第１の像をカメラユニット４０によって捕捉する。
【０１２１】
次に、第２の光源４４ｂをアクティブ状態にし、これに対し、残りの光源４４ａ，４４ｃ，４４ｄは、アクティブ状態にはされない。かくして、第２の光源４４ｂは、上方ツール１８およびシート材２６を照明して第１の開口部２８の１つのエッジ４６ｂがシャドー４８ｂを第１の開口部２８の下に位置するシート材２６の一部分上に投げるようになっている（図７参照）。
【０１２２】
第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部の下に位置していてシート材マーカ５０を有するシート材２６の一部分の第２の像をカメラユニット４０によって捕捉する。
【０１２３】
その後、第３の光源４４ｃをアクティブ状態にし、これに対し、残りの光源４４ａ，４４ｂ，４４ｄは、アクティブ状態にはされない。かくして、第３の光源４４ｃは、上方ツール１８およびシート材２６を照明して第１の開口部２８の１つのエッジ４６ｃがシャドー４８ｃを第１の開口部２８の下に位置するシート材２６の一部分上に投げるようになっている（図８参照）。
【０１２４】
第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部の下に位置していてシート材マーカ５０を有するシート材２６の一部分の第３の像をカメラユニット４０

によって捕捉する。

【０１２５】

最後に、第４の光源４４ｄをアクティブ状態にし、これに対し、残りの光源４４ａ，４４ｂ，４４ｃは、アクティブ状態にはされない。かくして、第４の光源４４ｄは、上方ツール１８およびシート材２６を照明して第１の開口部２８の１つのエッジ４６ｄがシャドー４８ｄを第１の開口部２８の下に位置するシート材２６の一部分上に投げるようになっている（図９参照）。

【０１２６】

第１の開口部２８を有する上方ツール１８の一部分および第１の開口部の下に位置していてシート材マーカ５０を有するシート材２６の一部分の第４の像をカメラユニット４０によって捕捉する。

【０１２７】

次に、４つの像をひとまとめに分析し、第１の開口部２８のエッジ４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄのそれぞれの位置を識別する。上述の４つの像を組み合わせた像が図１０に示されている。

【０１２８】

この図で理解できるように、４つの光源４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄを順次照明することにより、上方ツール１８の比較的明るい領域と投げられたシャドー４８ａ，４８ｂ，４８ｃ，４８ｄの比較的暗い領域との間の境界線としてエッジ４６ａ，４６ｂ，４６ｃ，４６ｄを明確に識別することができる。

【０１２９】

かくして、第１の開口部２８の位置をこれらの像から導き出すことができる。

【０１３０】

上方ツール１８の第１の開口部２８の位置が既知であるので、上方ツール１８の位置もまた容易に導き出せる。

【０１３１】

さらに、上述したように４つの像をひとまとめに分析することによって、シート材マーカ５０の位置もまた高精度で識別することができる。

【０１３２】

シート材２６に対するシート材マーカ５０の位置が既知であるので、シート材２６の位置は、容易に導き出せる。

【０１３３】

上方ツール１８の位置およびシート材２６の位置を用いると、対応の位置オフセットを算出することができる。

【０１３４】

この位置オフセットは、シート材２６に対する上方ツール１８および下方ツール１４の位置合わせの指標である。

【０１３５】

次のステップでは、カメラユニット４０をこれが第２の開口部３０を有する上方ツール１８の一部分および第２の開口部３０の後ろに位置するシート材２６の一部分を同時に捕捉することができるよう位置決めする。シート材２６のこの部分もまた、シート材マーカ５０のうちの一つを含む。

【０１３６】

この目的のため、直線駆動ユニット４２を用いてカメラユニット４０をＹ方向に沿って動かす。

【０１３７】

しかる後、第１の開口部２８と関連したカメラユニット４０の位置と関連して説明したように４つの光源４４ａ，４４ｂ，４４ｃ，４４ｄを次々にアクティブ状態にする手順を繰り返す。上記説明を参照されたい。

【０１３８】

これに基づいて、上方ツール１８とシート材２６との間の別の位置オフセットを算出する。

【０１３９】

一方または両方位置オフセットが所望の範囲から外れている場合、ツール１４，１８をそれぞれの位置合わせユニット１６，２０の使用によりひとまとめに動かすことによって、シート材２６に対するツール１４，１８の位置合わせ状態を調節するのが良い。

【０１４０】

その結果、上方ツール１８および下方ツール１４をシート材２６に対して位置合わせする。

【０１４１】

変形実施形態としてのシート材加工ユニット１０が図１１に示されている。

【０１４２】

この変形例は、各々ちょうど１つの光源４４ａ，４４ｂを有する光源の２つのばらばらの組だけが提供されているという点で、上述の実施形態とは異なっている。

【０１４３】

これら光源のうちの第１の光源４４ａは、第１の開口部２８を有する上方ツール１８の部分および第１の開口部２８の下に位置するシート材２６の下方ツール１４の部分を照明するよう構成されており、その結果、２つのエッジ４６ａ，４６ｃがシャドー４８ａ，４８ｃを下方ツール１４またはシート材２６上に同時投げるようになっている。

【０１４４】

これら光源のうちの第２の光源４４ｂは、第１の開口部２８を有する上方ツール１８の部分および第１の開口部２８の下に位置する下方ツール１４またはシート材２６の下方ツール１４の部分を照明するよう構成されており、その結果、２つのエッジ４６ｂ，４６ｄがシャドー４８ｂ，４８ｄを下方ツール１４またはシート材２６上に同時投げるようになっている。

【０１４５】

残りの特徴ならびに対応の効果および利点に関しては、図１～図１０に示した実施形態を参照されたい。

【０１４６】

注目されるように、上述の実施形態の全てに関し、第１の開口部２８および第２の開口部３０は、上方ツール１８に設けられ、カメラユニット４０が上方ツール１８の上方に位置決めされる。明らかなように、この解決策は、運動学的に逆にしても良く、したがって、この場合には第１の開口部２８および第２の開口部３０が下方ツール１４に設けられ、カメラユニット４０が下方ツール１４の下方に配置される。

【図面】

【図１】

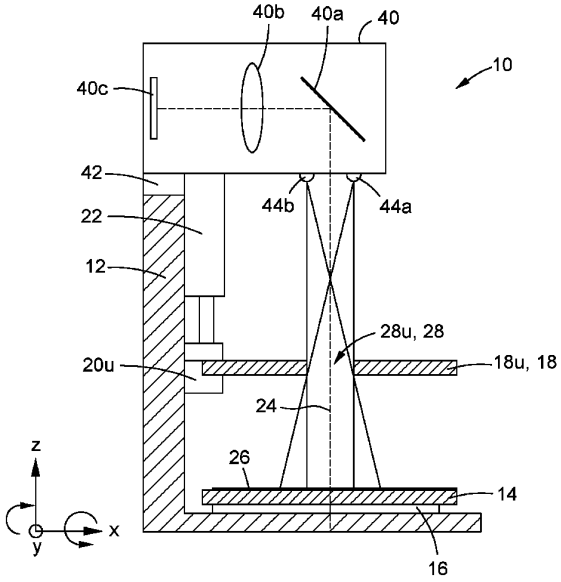


Fig. 1

【図２】

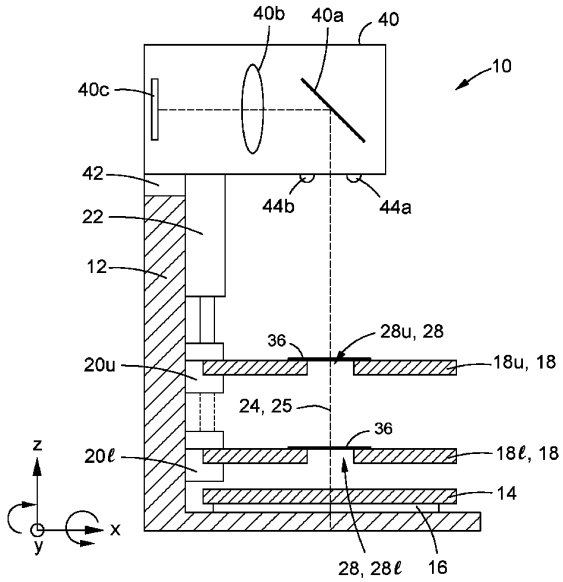


Fig. 2

【図３】

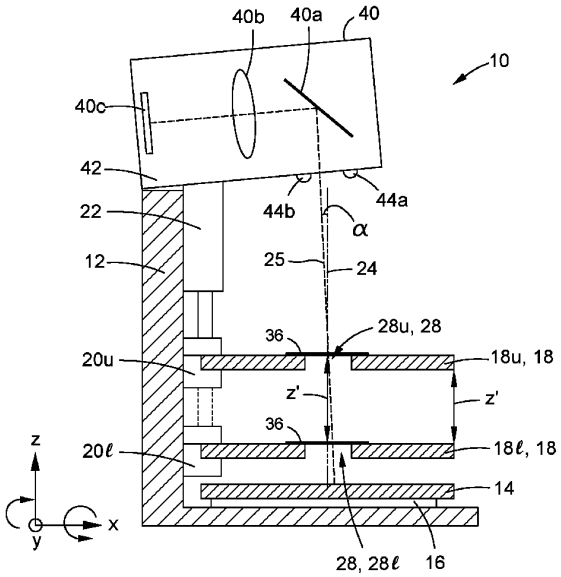


Fig. 3

【図４】

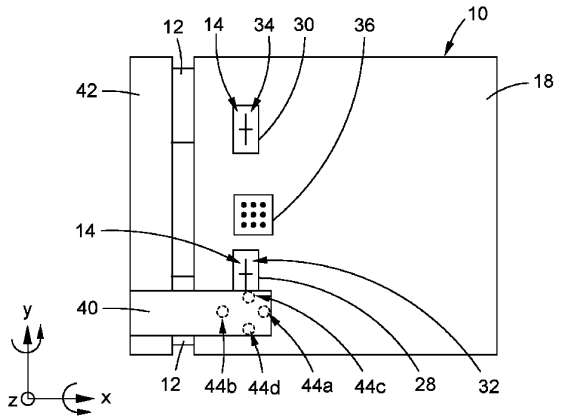


Fig. 4

【図５】

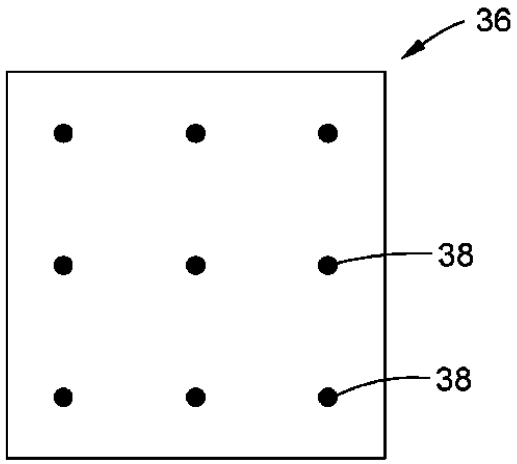


Fig. 5

【図６】

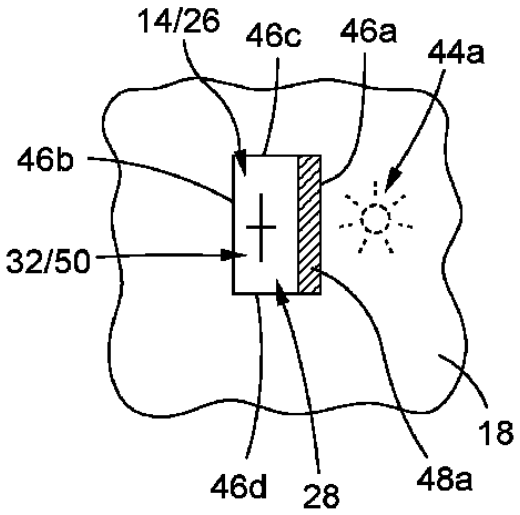


Fig. 6

【図７】

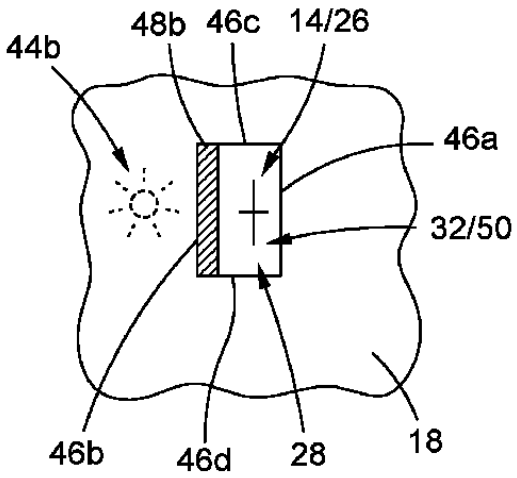


Fig. 7

【図８】

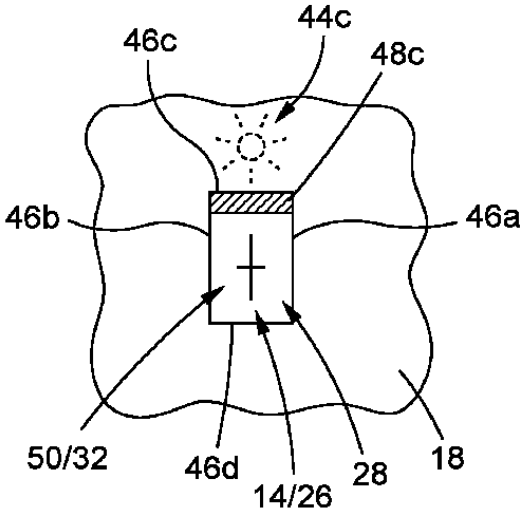


Fig. 8

【図９】

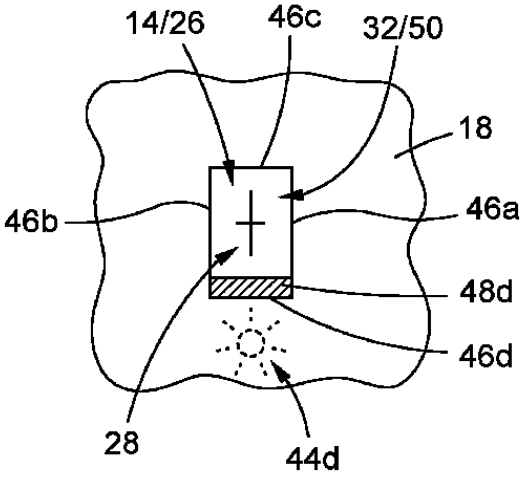


Fig. 9

【図１０】

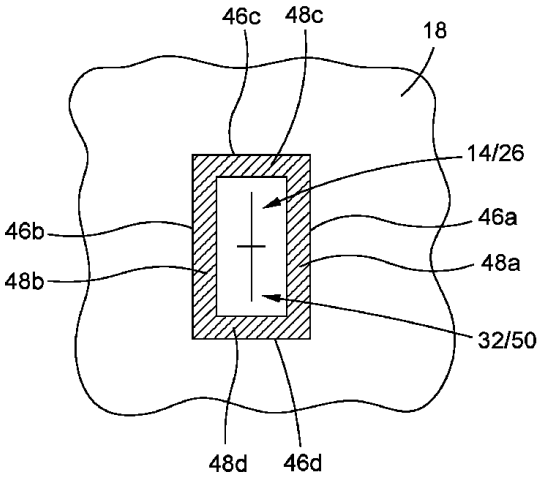


Fig. 10

【図１１】

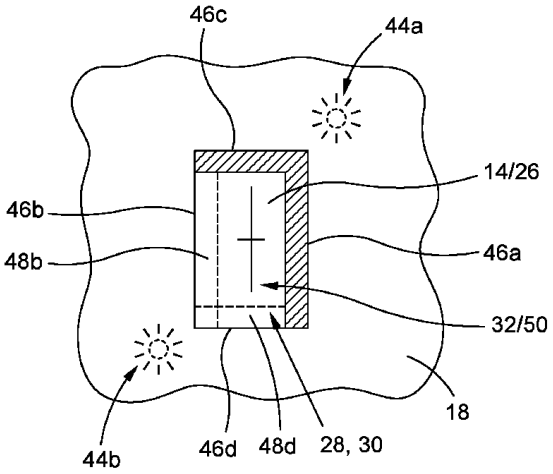


Fig. 11

フロントページの続き

弁理士　倉澤 伊知郎
(74)代理人　100130937
弁理士　山本 泰史
(74)代理人　100144451
弁理士　鈴木 博子
(74)代理人　100128428
弁理士　田巻 文孝
(72)発明者　ピロー フランシス
スイス １８１５ クララン シュマン デュ クレポン ２６
(72)発明者　ホフマン トーマス
スイス １２０１ ジュネーブ リュー ド リヨン ３１
(72)発明者　フォコンノー オリヴィエ
スイス １００４ ローザンヌ アヴニュ デシャラン ６３
審査官　山下 浩平
(56)参考文献　特開２００５－０８１４９７（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－２９３８４１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－０２３３０７（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２３４４５２（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００８／００４２９２９（ＵＳ，Ａ１）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２６Ｆ　１／００ －　３／１６
Ｂ２６Ｄ　５／００ －　５／４２
Ｂ２３Ｑ １７／００ － ２３／００
Ｇ０５Ｂ １９／４０４