

(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2015-212650

(P2015-212650A)

(43) 公開日 平成27年11月26日 (2015. 11. 26)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO1B	21/20	(2006.01)	GO1B	21/20	101	2F065		
GO6T	7/00	(2006.01)	GO6T	7/00	300E	2F069		
GO1B	11/24	(2006.01)	GO1B	11/24	A	5L096		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2014-95015 (P2014-95015)  
 (22) 出願日 平成26年5月2日 (2014. 5. 2)

(71) 出願人 504145364  
 国立大学法人群馬大学  
 群馬県前橋市荒牧町四丁目2番地

(74) 代理人 110000925  
 特許業務法人信友国際特許事務所

(72) 発明者 松原 雅昭  
 群馬県前橋市荒牧町四丁目2番地 国立大学法人群馬大学内

(72) 発明者 中村 昌義  
 群馬県前橋市荒牧町四丁目2番地 国立大学法人群馬大学内

F ターム (参考) 2F065 AA52 AA53 FF10 GG04 LL18  
 PP24 QQ25 QQ42 SS01 SS02  
 2F069 AA66 GG07 NN25 QQ01  
 5L096 AA09 BA03 CA18 HA08 JA03  
 JA11

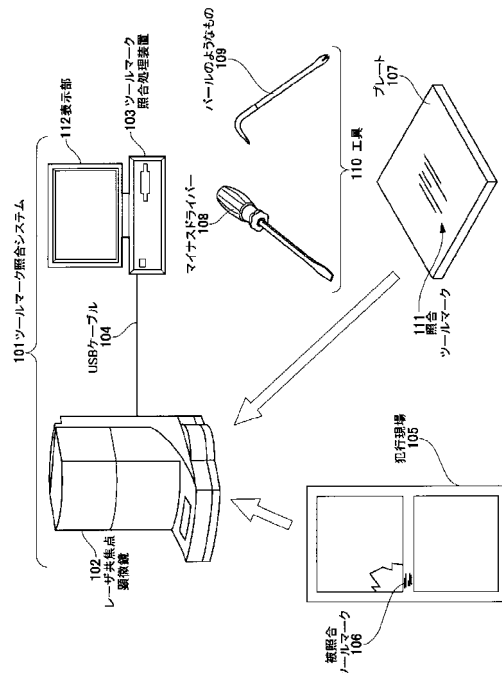
(54) 【発明の名称】 ツールマーク照合システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ツールマークの機械的照合を実時間で実現する、ツールマーク照合システムを提供する。

【解決手段】 ツールマーク照合処理装置103は、犯行現場105から採取した被照合ツールマーク106を複数格納する被照合テーブルに対し、照合対象となる工具110で作成したツールマークを格納する照合テーブルから、ツールマークの特徴的な部分である、ツールマークの断面形状に該当する照合YZ抜粋データを抜き出す。その上で、形状が一定になり難いツールマークの照合YZ抜粋データに対し、正規化処理を施す。そして、この照合YZ抜粋データと、被照合テーブル内の被照合抜粋データとを、多変量解析等の類似度演算処理にて、類似度を算出する。そして、被照合ツールマーク106を類似度に応じて並べ替え、表示部112に表示する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ツールマークの三次元形状を数値データとして出力する三次元測定装置と、前記三次元測定装置が出力する第一のツールマークの三次元データと、前記三次元測定装置が出力する第二のツールマークの三次元データとを正規化して、両者の類似度を算出する照合演算処理部とを具備する、ツールマーク照合システム。

**【請求項 2】**

更に、前記第一のツールマークの三次元データから断面形状を表す照合断面データを取得する入出力制御部を備え、

前記照合演算処理部は、前記照合断面データと前記第二のツールマークの三次元データとの類似度を算出するものである、請求項 1 記載のツールマーク照合システム。

**【請求項 3】**

更に、表示部を備え、前記入出力制御部は、前記照合演算処理部が算出した前記類似度に応じて、複数の前記第二のツールマークの三次元データを並べ替えて、前記表示部に表示する、請求項 2 記載のツールマーク照合システム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、主に刑法犯罪捜査用途の、犯行現場に残されたツールマークをデータベースに登録し、証拠品のツールマークと照合する、ツールマーク照合システムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

空き巣等の刑法犯は、被害者の居宅に侵入する際、市販の工具を用いてドアや窓の鍵をこじ開ける事が多い。工具を用いてドアや窓をこじ開ける際、ドアや窓の、工具が接触した箇所には、ツールマークと呼ばれる、工具痕の一種である擦過痕（引っ掻き傷）が残る場合がある。このツールマークは、人間の指紋と同様に、それぞれの工具に独自のパターンを呈する。したがって、ツールマークを指紋と同様に照合することができれば、犯人特定のために有力な物的証拠となり得る。

**【0003】**

なお、本発明の技術分野に近い先行技術文献を特許文献 1 に示す。特許文献 1 には、試料表面に意図的なマーキングを施すことなく、高い精度で同一点探索を行うことができる特定部位検出方法の技術内容が開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2010 - 203999 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

これまで、ツールマークを照合する手段は、人間の目視にのみ頼っていた。歪みの少ない画像情報が得られる指紋とは異なり、ツールマークは形状が一定になり難い。このため、ツールマークの機械的照合は困難であった。ツールマークの機械的照合ができない、ということは、客観的な判定ができない、ということにも繋がる。したがって、人間の目視に頼らない、ツールマークの機械的照合は、ツールマークに物的証拠としての客観性を担保するためにも必要である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 6 】

本発明は係る状況に鑑みてなされたものであり、ツールマークの機械的照合を実時間で実現する、ツールマーク照合システムを提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 7 】

上記課題を解決するために、本発明のツールマーク照合システムは、ツールマークの三次元形状を数値データとして出力する三次元測定装置と、三次元測定装置が出力する第一のツールマークの三次元データと、三次元測定装置が出力する第二のツールマークの三次元データとを正規化して、両者の類似度を算出する照合演算処理部とを具備する。

## 【発明の効果】

10

## 【 0 0 0 8 】

本発明により、ツールマークの機械的照合を実時間で実現する、ツールマーク照合システムを提供することができる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 9 】

【図 1】本発明の実施形態であるツールマーク照合システムの全体構成を示すブロック図である。

【図 2】レーザ共焦点顕微鏡の概略を示すブロック図である。

【図 3】MEMSミラーアレイ 205 と、MEMSミラーアレイ 205 上に設けられるマイクロミラーの状態を示す概略図と、試料上に照射される光スポットの状態を示す概略図である。

20

【図 4】ツールマーク照合処理装置のハードウェア構成を示すブロック図と、ソフトウェアの機能を示すブロック図である。

【図 5】ツールマークの構造を示す概略図である。

【図 6】レーザ共焦点顕微鏡から出力される、ツールマークデータの一例と、ツールマークデータを一部抜粋したデータの一例である。

【図 7】ツールマークの一例として、プレートに対し、マイナスイライバーを斜めに配置してツールマークを形成する状況を説明する概略図と、その凹凸形状グラフと、正規化処理を施した正規化凹凸形状グラフと、ツールマークの一例として、プレートに対し、マイナスイライバーを並行に配置してツールマークを形成する状況を説明する概略図と、その凹凸形状グラフと、正規化処理を施した正規化凹凸形状グラフである。

30

【図 8】正規化された被照合ツールマークと、照合テーブルに基づきトリミングされた後正規化された照合 Y Z 抜粋データとの関係を示す概略図である。

【図 9】本実施形態のツールマーク照合処理装置の、処理の流れを示すフローチャートである。

【図 10】表示部に表示される類似度ランキング表示の例である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 0 】

[ ツールマーク照合システム 101 の全体構成 ]

40

図 1 は、本発明の実施形態であるツールマーク照合システム 101 の全体構成を示すブロック図である。

ツールマーク照合システム 101 は、レーザ共焦点顕微鏡 102 と、これに接続されるツールマーク照合処理装置 103 よりなる。

レーザ共焦点顕微鏡 102 は、例えば特開 2006-133499 号公報等に掲示される、レーザ光と、マイクロマシン (Micro Electro Mechanical System) の一つである MEMS ミラーアレイを利用して、短時間で広範囲の測定部位をスキャンして、測定部位の三次元形状を数値データとして出力する装置 (三次元測定装置) である。

例えば USB ケーブル 104 にてレーザ共焦点顕微鏡 102 に接続される、ツールマーク照合処理装置 103 の実体は一般的なパソコンであり、これにツールマークデータ照合

50

プログラムを実行することで、パソコンをツールマーク照合処理装置 103 として機能させる。

#### 【0011】

ツールマーク照合処理装置 103 は、種々の犯行現場 105 に残された被照合ツールマーク 106 をレーザ共焦点顕微鏡 102 にて読み取り、データ化して、これを後述する被照合テーブル 411 (図 4 参照) に記憶する。被照合テーブル 411 には、被照合ツールマーク 106 の他、犯行の日時、犯行現場 105 の場所等、被照合ツールマーク 106 の詳細情報が格納される。次に、半田や真鍮、あるいは低融点合金等の柔らかい金属、またはプラスチックやアクリル等の合成樹脂のプレート 107 に、捜査の過程で取得したマイナスイオンドライバー 108 やパールのようなもの 109 等の、押収品である工具 110 で傷つけて、プレート 107 に照合ツールマーク 111 を作成する。次に、照合ツールマーク 111 をレーザ共焦点顕微鏡 102 にて読み取り、データ化して、これを後述する照合テーブル 412 (図 4 参照) に記憶する。そして、照合テーブル 412 内のツールマークデータと、被照合テーブル 411 内の複数のツールマークデータとを照合して、類似度を算出する。

10

算出した類似度は、被照合テーブル 411 の並べ替えのキーとして使用する。類似度で降順にて並べ替えた被照合テーブル 411 の内容は、被照合ツールマーク 106 の詳細情報と共に、ツールマーク照合処理装置 103 の表示部 112 に表示される。被照合テーブル 411 のうち、最も顕著な類似度を示したレコードの被照合ツールマーク 106 が、照合ツールマーク 111 と一致する可能性が高いツールマークであると推測できる。照合ツールマーク 111 と被照合ツールマーク 106 との類似度の高さが、押収品である工具 110 が犯行に使われた可能性の高さに繋がる。

20

#### 【0012】

[レーザ共焦点顕微鏡 102 の概略]

図 2 は、レーザ共焦点顕微鏡 102 の概略を示すブロック図である。

図 2 において、光源 201 は例えばタングステンランプ、キセノンランプ、発光ダイオード又はレーザ光源 (各種レーザと光束を拡大・集束する光学系とレーザ光の位相をランダム化する拡散回転板とを用いたもの) である。光源 201 から出射した光は、集光光学系 202 によって MEMS ミラーアレイ 205 に集光される。集光光学系 202 と MEMS ミラーアレイ 205 との間には波長選択フィルタ 203 及びダイクロイックミラー 204 が配置されている。このため、MEMS ミラーアレイ 205 に到達する光は、波長選択フィルタ 203 によって蛍光を励起するための波長が選択された、励起光である。図 2 では図面が煩雑になるため、一部の光束の光路しか記載していないが、集光光学系 202 は MEMS ミラーアレイ 205 の二次元面全体にほぼ一様均一に光が当たるように構成されている。

30

#### 【0013】

MEMS ミラーアレイ 205 は、基板 302 内に多数のマイクロミラー 301 (図 3 参照) が二次元アレイ状に配列された構成を有する。各々のマイクロミラー 301 には、それぞれに対応して基板 302 上に図示しない電磁駆動部が設けられており、制御部 220 によって制御される MEMS ミラー駆動部 221 から電磁駆動部に供給される電流に応じて、各マイクロミラー 301 の反射面の傾斜角度が変化する。すなわち、各々のマイクロミラー 301 に設けられる各々の電磁駆動部は、制御部 220 から MEMS ミラー駆動部 221 によって独立して駆動制御される。なお、MEMS ミラーアレイ 205 としては直交する 2 軸を中心にそれぞれ回動可能な 2 自由度型、3 軸を中心にそれぞれ回動可能な 3 自由度型などを用いてもよく、駆動方式も電磁型でなく静電型等の他の方式でもよい。

40

#### 【0014】

光源 201 から出射し、波長選択フィルタ 203 とダイクロイックミラー 204 を通じて MEMS ミラーアレイ 205 に当たった励起光は、MEMS ミラーアレイ 205 上の各マイクロミラー 301 の電磁駆動部がオンの駆動状態にあるか、オフの駆動状態にあるかで、屈折方向が変わる。

50

電磁駆動部がオンの駆動状態のマイクロミラー301に反射した励起光は、対物レンズ206に向かって進み、対物レンズ206によりステージ207上に載置された試料208に集光される。

電磁駆動部がオフの駆動状態のマイクロミラー301に反射した励起光は、光トラップ212に入射して吸収される。この光トラップ212を設けることによって、迷光が試料208に入射することを極力防止することができる。

#### 【0015】

試料208上で励起光の照射点に存在する蛍光性分子は、励起光によって励起されて、蛍光を放出する。この蛍光はMEMSミラーアレイ205から対物レンズ206を通じて入射された励起光と逆の方向に進行する。つまり、図2では下方から対物レンズ206に入射し、対物レンズ206によりMEMSミラーアレイ205に集光される。そして、再びMEMSミラーアレイ205の、電磁駆動部がオンの駆動状態のマイクロミラー301に当たって反射した光は、光源201に向かって進む。しかし、励起光よりも波長の長い蛍光は、ダイクロイックミラー204を透過せずに、ダイクロイックミラー204によって反射される。そして、この反射された蛍光は集光光学系209で集光され、波長選択フィルタ210で蛍光のみの波長が選択された後に、撮像素子211の受光面に入射する。

撮像素子211の出力信号は、A/D変換器222によってデジタルデータに変換され、USBインターフェース223を通じて外部に出力される。出力されるデータの形式は任意である。本実施形態では一例として、データ互換性の高いCVS(カンマ区切り形式)テキストデータを用いるものとする。

#### 【0016】

図3Aは、MEMSミラーアレイ205と、MEMSミラーアレイ205上に設けられるマイクロミラー301の状態を示す概略図である。

図3Bは、試料208上に照射される光スポットの状態を示す概略図である。

前述の通り、MEMSミラーアレイ205上に設けられる、各々のマイクロミラー301の傾斜角度は、制御部220の制御の下に、MEMSミラー駆動部221により制御される。各々のマイクロミラー301は制御部220によって、それぞれ独立にオン/オフ状態に制御される。オン状態のマイクロミラー301(ON)は、対物レンズ206へ極小スポットの光を発する、一種のピンホールであるとみなすことができる。したがって、複数のマイクロミラー301を同時にオン状態とすることは、複数のピンホールカメラを設けることに相当する。しかし、共焦点ピンホールの効果を得るためには、オン状態である1個のマイクロミラー301の周囲の、所定範囲内のマイクロミラー301が全てオフ状態とする必要がある。そうしないと、被写界深度を大きくできるピンホールの効果が得られなくなってしまう。この制約によって、同時にオン状態にできるマイクロミラー301の間隔が決まる。例えば、図3Aに示すように、あるマイクロミラー301Cについて、その周囲の範囲304では遮光を行う必要がある場合について考えると、同時にオン状態とするマイクロミラー301の間隔を、図3AのX方向及びY方向とも2個空けるものとする。

#### 【0017】

例えばMEMSミラーアレイ205が図3Aに示すようなオン/オフパターンであるとき、試料208上の平面的な光スポットのパターンは図3Bに示すようになる。即ち、オン状態であるマイクロミラー301(ON)に対応した箇所それぞれ極小径の光スポットSが形成される。各光スポットSにおける蛍光が撮像素子211の受光面上にそれぞれ集光されるから、撮像素子211では、同時に試料208上の複数点の蛍光を検出することができる。

#### 【0018】

制御部220は、上記のような適切なオン/オフパターンの制御データを図示しないROMに記憶しておき、その制御データに従い、オン状態とするマイクロミラー301を図3A中に示すようにX方向及びY方向に順次切り替える。このとき、試料208上の光スポットS1は図3Bに示すように走査される。各々の光スポットが一斉に同様に走査され

10

20

30

40

50

ることで、試料 208 上の、MEMS ミラーアレイ 205 が受光できる撮像領域の走査が遂行される。試料 208 上の撮像領域には同時に複数の光スポットが形成されているため、1 個の光スポットの移動範囲が狭くても、つまり走査時間が短くても、撮像領域を全て漏れなく且つ一様に走査することができる。

#### 【0019】

[ ツールマーク照合処理装置 103 の構成 ]

図 4A は、ツールマーク照合処理装置 103 のハードウェア構成を示すブロック図である。

周知のパソコンよりなるツールマーク照合処理装置 103 は、CPU 401、ROM 402、RAM 403、ハードディスク装置等の不揮発性ストレージ 404、表示部 112、操作部 405、USB インターフェース 406 ( 図 4 中「USB I/F」と略記 ) がバス 407 に接続される。

#### 【0020】

図 4B は、ツールマーク照合処理装置 103 のソフトウェアの機能を示すブロック図である。

USB インターフェース 406 を通じてレーザ共焦点顕微鏡 102 から受信したツールマークのデータは、入出力制御部 410 を通じて、被照合テーブル 411 または照合テーブル 412 のいずれかに記憶される。その際、受信したツールマークのデータをどちらのテーブルに記憶させるかは、入出力制御部 410 と表示部 112 と操作部 405 が構成する GUI ( Graphical User Interface ) にて、ユーザの選択操作によって決定する。また、入出力制御部 410 が提供する GUI の機能には、照合テーブル 412 から被照合テーブル 411 のデータと照合するためのデータを選択して抜き出すための、照合範囲特定処理部 413 も含まれている。

照合演算処理部 414 は、複数種類の多変量解析関数にて、入出力制御部 410 によって特定された照合テーブル 412 のデータと、被照合テーブル 411 のデータとを照合し、類似度を算出する。照合演算処理部 414 が機能として備える多変量解析関数は例えば、標準化ユークリッド距離、ピアソンの積率相関係数、Tanimoto 係数、Dice 係数、コサイン係数、スピアマンの順位相関係数、平均値比及び標準偏差比を備える。勿論、これらに限られず、マハラノビス距離や単純な乗算処理であってもよい。各々の多変量解析関数は公知の技術であるので、詳細は省略する。これら多変量解析演算は演算量が多いので、必要に応じて近年普及している GPGPU ( general-purpose computing on graphics processor units : GPU を用いる汎用目的計算処理 ) を利用することが好ましい。

#### 【0021】

[ ツールマークの構造とツールマークデータの構成 ]

図 5 は、ツールマークの構造を示す概略図である。

図 5 において、ツールマークの一例として、プレート 107 の表面を空き巣犯罪に使用される代表的な工具 110 であるマイナスドライバー 108 にて犯行現場 105 やプレート 107 を削った場合に、犯行現場 105 やプレート 107 の表面に生じるツールマーク 501 を想定して、ツールマーク 501 の構造と、このツールマーク 501 を表現するツールマークデータの構成を説明する。

マイナスドライバー 108 の先端は、一見すると平坦であるように見えるが、肉眼では識別し難い凹凸が存在する。この凹凸が、ツールマーク 501 の線状の凹凸となって現れる。

マイナスドライバー 108 の先端の移動方向、すなわち線状のツールマーク 501 に平行な方向を X 軸、プレート 107 の表面上にてこの X 軸方向に直交する方向を Y 軸とする。そして、ツールマーク 501 の凹凸の高さ方向を Z 軸とする。

ツールマーク 501 を、Y-Z 面にて切断すると、ツールマーク 501 の断面の凹凸形状を観察できる。このツールマーク 501 の断面の凹凸形状を二次元平面のグラフにしたものが、凹凸形状グラフ 502 である。凹凸形状グラフ 502 は、横軸が Y 軸、縦軸が Z

軸の、ツールマーク501の断面の凹凸形状を表すグラフである。

断面の凹凸形状をX軸方向に積分すると、ツールマーク501をプレート107の上面から見下ろした、平面凹凸形状になる。このツールマーク501をプレート107の上面から見下ろした状態で、ツールマーク501の深さを色で表現したカラーマップ画像が、平面凹凸マップ503である。平面凹凸マップ503は、横軸がY軸、縦軸がX軸の、ツールマーク501の深さ(Z軸)を色で表現したカラーマップ画像である。

#### 【0022】

図6Aは、レーザ共焦点顕微鏡102から出力される、ツールマークデータ601の一例である。

ツールマークデータ601は、ツールマークのX軸方向の座標をフィールドとして、Y軸方向の座標をレコードとして、X軸とY軸の交点におけるZ軸の高さを値とする、テーブルである。なお、第一フィールドはY軸の座標情報を示す値であり、第一レコードはX軸の座標情報を示す値である。すなわち、図6Aのツールマークデータ601は、図5の平面凹凸マップ503の実体に等しい。

照合テーブル412は、このツールマークデータ601が格納される。

被照合テーブル411は、このツールマークデータ601が、犯行現場105の数に応じて複数、格納される。

#### 【0023】

図6Bは、ツールマークデータ601を一部抜粋したデータの一例である。

ツールマークは、Z軸方向の値(高さ)を、X軸方向で見るか、Y軸方向で見るかで、大きく異なる。Z軸方向の高さは、X軸方向で見ると殆ど変化がない。しかし、Y軸方向で見ると、ツールの凹凸形状そのものを表す変化を示す。したがって、ツールマークデータ601同士を比較するには、X軸方向の値は無視して、Y-Z平面同士で比較すると、計算量が少なく済む。これ以降、このY-Z平面で表されるデータをYZ抜粋データ602と呼ぶ。YZ抜粋データ602をグラフにしたものが、図5の凹凸形状グラフ502である。

#### 【0024】

図4Bの照合範囲特定処理部413は、照合テーブル412に格納されているツールマークデータ601から、X軸方向の位置をGUIにてユーザに選択させる。

始めに、照合範囲特定処理部413は、表示部112に平面凹凸マップ503を表示させ、この平面凹凸マップ503上にY軸方向に平行な線を表示する。ユーザは、この線をマウス等のポインティングデバイスを用いて、適切な位置に移動させる。そして、図示しない決定ボタンをクリックする等の動作を行うことで、線上に該当するX軸方向の位置のフィールドに存在するYZ抜粋データ602を抜粋して、照合YZ抜粋データを作成する。これ以降、このツールマークデータ601に対するX軸方向の選択動作をX方向抜粋と呼ぶ。なお、照合YZ抜粋データの対になる存在として、被照合テーブル411に含まれるツールマークデータ601から抜粋したYZ抜粋データ602を、被照合YZ抜粋データと呼ぶ。

次に、X軸方向のフィールドの照合YZ抜粋データに基づく凹凸形状グラフ502を表示する。そして、この凹凸形状グラフ502の両端に、Z軸方向に平行な線を二本、表示する。ユーザは、この線をポインティングデバイスを用いて、適切な位置に移動させる。凹凸形状グラフ502の両端部分は道具のエッジに相当し、この部分は道具の欠損が生じ易い。結果として、エッジの部分は不安定なデータになり易い傾向があるので、必要に応じて照合対象から除外する。また、マイナスインプレーン108の先端部分が一部欠けている等の、ツールマークが極めて特徴的であり、十分な照合結果が得られるのであれば、計算量を少なくする効果も期待できる。これ以降、この照合YZ抜粋データに対するY軸方向の選択動作をトリミングと呼ぶ。

なお、X方向抜粋は、本実施形態のツールマーク照合処理装置103には必須であるが、トリミングは必ずしも必須ではない。

#### 【0025】

10

20

30

40

50

照合演算処理部 4 1 4 は、照合範囲特定処理部 4 1 3 によって照合テーブル 4 1 2 から抜き出された照合 Y Z 抜粋データを、被照合テーブル 4 1 1 に格納されている全てのツールマークデータ（被照合 Y Z 抜粋データの集合体）との照合演算を、前述の多変量解析関数にて行う。しかし、多変量解析を行う前に、ツールマークには独特の、データの前処理を行う必要がある。

図 7 A は、ツールマークの一例として、プレート 1 0 7 に対し、マイナスドライバー 1 0 8 を斜めに配置してツールマークを形成する状況を説明する概略図である。

図 7 B は、図 7 A においてマイナスドライバー 1 0 8 を斜めに配置して形成されたツールマークの、凹凸形状グラフである。

図 7 C は、図 7 B の凹凸形状グラフに対して正規化処理を施した、正規化凹凸形状グラフである。

図 7 D は、ツールマークの一例として、プレート 1 0 7 に対し、マイナスドライバー 1 0 8 を並行に配置してツールマークを形成する状況を説明する概略図である。

図 7 E は、図 7 D においてマイナスドライバー 1 0 8 を平行に配置して形成されたツールマークの、凹凸形状グラフである。

図 7 F は、図 7 E の凹凸形状グラフに対して正規化処理を施した、正規化凹凸形状グラフである。

#### 【 0 0 2 6 】

図 7 A と図 7 D を比較して判るように、プレート 1 0 7 面上に作成されるツールマークは、工具 1 1 0 をプレート 1 0 7 に対し並行に当てるか、斜めに当てるかで、その幅が大きく変わる。また、図 7 B と図 7 E を比較して判るように、ツールマークは、工具 1 1 0 をプレート 1 0 7 に対して押し付ける力の大きさによって、その深さが大きく変わる。そこで、この幅と深さを、照合テーブル 4 1 2 から抜き出された照合 Y Z 抜粋データと、被照合テーブル 4 1 1 から抜き出す被照合 Y Z 抜粋データとで、正規化処理する。

図 7 A において、ツールマークの幅は  $d_1$  である。一方、図 7 D において、ツールマークの幅は  $d_2$  である。

図 7 B において、ツールマークの最大深さは  $V_1$  である。一方、図 7 E において、ツールマークの最大深さは  $V_2$  である。

そこで、照合演算処理部 4 1 4 は、多変量解析に先立ち、図 7 C に示すように、幅  $d_1$  を  $d_3$  に拡大し、最大深さ  $V_1$  を  $V_3$  に拡大する。また同様に、図 7 F に示すように、幅  $d_2$  を  $d_3$  に拡大し、最大深さ  $V_2$  を  $V_3$  に拡大する。このように、多変量解析による照合演算処理をより精緻に実行できるように、データを揃える。

#### 【 0 0 2 7 】

図 8 は、被照合ツールマーク 1 0 6 を正規化したものと、照合テーブル 4 1 2 に基づきトリミングされた後正規化された照合 Y Z 抜粋データ 8 0 1 との関係を示す概略図である。

図 8 において示される正規化被照合ツールマーク 8 0 3 の基となる被照合ツールマーク 1 0 6 は、犯行現場 1 0 5 一件分のデータである。被照合テーブル 4 1 1 には、この被照合ツールマーク 1 0 6 のデータが犯行現場 1 0 5 の数だけ複数個存在する。それら被照合ツールマーク 1 0 6 は、X 軸方向に複数の被照合 Y Z 抜粋データ 8 0 2 を有する。図 8 の正規化被照合ツールマーク 8 0 3 は、被照合ツールマーク 1 0 6 に正規化処理を施したものである。

照合テーブル 4 1 2 は、被照合ツールマーク 1 0 6 と同じ、犯行現場 1 0 5 一件分のデータに相当する。図 8 の照合 Y Z 抜粋データ 8 0 1 は、照合テーブル 4 1 2 から X 方向抜粋を行い、トリミングを施し、更に正規化を施した照合 Y Z 抜粋データである。

正規化被照合ツールマーク 8 0 3 と、正規化されトリミングされた照合 Y Z 抜粋データ 8 0 1 を比較すると、トリミングの効果により、正規化 Y Z 抜粋データの Y 軸方向の幅が、正規化被照合ツールマーク 8 0 3 の Y 軸方向の幅と比べて狭くなっている。もし、被照合ツールマーク 1 0 6 と照合 Y Z 抜粋データ 8 0 1 が、同一の工具 1 1 0 で作成されたツールマーク同士であれば、照合 Y Z 抜粋データ 8 0 1 を Y 軸方向に移動しながら被照合ツ

10

20

30

40

50



ールマーク106と比較すると、高い類似度を示す位置が現れる確率が高まる。

【0028】

図9は、本実施形態のツールマーク照合処理装置103の、処理の流れを示すフローチャートである。なお、ツールマーク照合処理装置103は、予め複数の犯行現場105から被照合ツールマーク106のデータ収集を行った状態であるものとする。

処理を開始すると(S901)、入出力制御部410はUSBインターフェース406を通じてレーザ共焦点顕微鏡102から照合ツールマーク111のデータを受信して、照合テーブル412に記憶する(S902)。そして、受信した照合ツールマーク111のデータを、平面凹凸マップ503として表示部112に表示すると共に、平面凹凸マップ503上にカーソルを表示して、当該カーソル上の凹凸形状グラフ502を表示部112に表示する(S903)。そして、ユーザによるX軸方向の位置の指定操作と、Y軸方向のトリミング位置の指定操作を待つ(S904)。ユーザからX軸方向及びY軸方向の位置の指定を受けると、入出力制御部410は当該X軸座標情報及びY軸座標情報を基に、照合YZ抜粋データを作成する(S905)。

10

【0029】

次に、入出力制御部410は、照合演算処理部414による照合処理に先立ち、照合YZ抜粋データのY軸方向とZ軸方向の正規化処理を行う(S906)。この正規化処理の際、入出力制御部410は被照合テーブル411を参照する。先ず、被照合テーブル411内に存在する被照合YZ抜粋データの、Y軸方向の幅が、トリミングされていない照合YZ抜粋データの幅よりも大きい場合は、照合の対象から除外する。何故ならば、トリミングされていない照合YZ抜粋データは、図7Dのように傾かせず、かつ、ツール断面全体のツールマークを計測している。一方、現場に残された被照合YZ抜粋データは傾いていたり、ツール断面の一部だけの痕跡が残っている可能性があるため、前者より大きくなることがない。したがって、照合YZ抜粋データの幅より大きい被照合YZ抜粋データは、照合YZ抜粋データを作成した工具から作成される可能性がない。

20

次に、被照合テーブル411内に存在する被照合YZ抜粋データの、Y軸方向の幅が、トリミングされていない照合YZ抜粋データの幅よりも極端に小さい場合も、照合の対象から除外する。すなわち、照合テーブル412の基となる工具110の先端の形状から、物理的に作成できない被照合ツールマーク106は照合対象から外す。そして、照合対象となった被照合ツールマーク106の、Y軸方向の幅の最大値と、Z軸方向の高さの最大値を取得する。更に、照合YZ抜粋データのY軸方向の幅と、Z軸方向の高さも含めて、Y軸方向の幅の最大値と、Z軸方向の高さの最大値を得る。こうして、照合YZ抜粋データのY軸方向の幅と、Z軸方向の高さを、Y軸方向の幅の最大値と、Z軸方向の高さの最大値に合わせるべく、係数を算出して、正規化する。

30

【0030】

次に、入出力制御部410は、照合演算処理部414に対し、照合YZ抜粋データと被照合YZ抜粋データの照合処理を行わせる(S907)。このステップS907において、照合演算処理部414は、Y軸方向の幅の最大値と、Z軸方向の高さの最大値を用いて、照合対象となった被照合テーブル411内に存在する全ての被照合YZ抜粋データを正規化した後、多変量解析演算にて、正規化されトリミングされた照合YZ抜粋データとの類似度を算出する。

40

照合演算処理部414が照合処理を終了したら、入出力制御部410は、被照合ツールマーク106に存在する全ての被照合YZ抜粋データの類似度の最大値を、当該被照合ツールマーク106の類似度とする。そして、被照合テーブル411に複数存在する被照合ツールマーク106を、類似度で並べ替えて(S908)、表示部112に表示し(S909)、一連の処理を終了する(S910)。

【0031】

図10は、表示部112に表示される類似度ランキング表示の例である。図9のステップS909の実行結果に該当する。

図10の画面イメージ中、類似度を表すフィールドに、百分率単位の類似度と、棒グラ

50

フが表示されている。また、コメントを表すフィールドには試験用データの詳細情報が記されているが、この項目に犯行現場105に関する諸情報を記載することで、犯罪捜査に役立てることができる。

#### 【0032】

以上説明した実施形態には、以下に記す応用例が可能である。

(1) 上述の実施形態では、押収された工具110がどの犯行現場105で利用されたかを照合するために、工具110が作成した照合ツールマーク111を測定し、犯行現場105から測定した被照合ツールマーク106を比較照合するものであった。犯罪捜査にツールマークを照合する場面は、これに限られない。例えば、複数の犯行現場105の被照合ツールマーク106同士を照合する。類似度が極めて高い複数の被照合ツールマーク106があった場合、それら被照合ツールマーク106同士は同じ工具が使用されたもの、すなわち同一犯の犯行であると判断することができる。この場合、被照合テーブル411内に格納されている複数の被照合ツールマーク106を、照合の対象とする。

10

#### 【0033】

(2) 上述の実施形態では、直線方向に生じたツールマークを例示していたが、回転方向に生じたツールマークを対象にすることも可能である。

(3) 本実施形態のツールマーク照合処理装置103は、YZ抜粋データの作成を省略することで、そのまま指紋照合処理装置として転用が可能である。すなわち、二次元平面の画像情報の類似度を、多変量解析処理にて算出することで、客観的な指紋照合の機械的処理を実現できる。

20

#### 【0034】

本実施形態では、ツールマーク照合システム101を開示した。

ツールマーク照合処理装置103は、犯行現場105から採取した被照合ツールマーク106を複数格納する被照合テーブル411に対し、照合対象となる工具110で作成したツールマークを格納する照合テーブル412から、ツールマークの特徴的な部分である、ツールマークの断面形状に該当する照合YZ抜粋データを抜き出す。その上で、形状が一定になり難いツールマークの照合YZ抜粋データに対し、正規化処理を施す。そして、この照合YZ抜粋データと、被照合テーブル411内の被照合抜粋データとを、多変量解析等の類似度演算処理にて、類似度を算出する。そして、被照合ツールマーク106を類似度に応じて並べ替え、表示部112に表示する。

30

このように本実施形態によれば、人間の目視に頼らず、ツールマークの機械的照合を実時間で実現する、ツールマーク照合システムを提供することができる。

#### 【0035】

以上、本発明の実施形態例について説明したが、本発明は上記実施形態例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、他の変形例、応用例を含む。

例えば、上記した実施形態例は本発明をわかりやすく説明するために装置及びシステムの構成を詳細且つ具体的に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることは可能であり、更にはある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることも可能である。

40

また、上記の各構成、機能、処理部等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計するなどによりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行するためのソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD(Solid State Drive)等の揮発性或非揮発性のストレージ、または、ICカード、光ディスク等の記録媒体に保持することができる。

また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしもすべての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続

50

されていると考えてもよい。

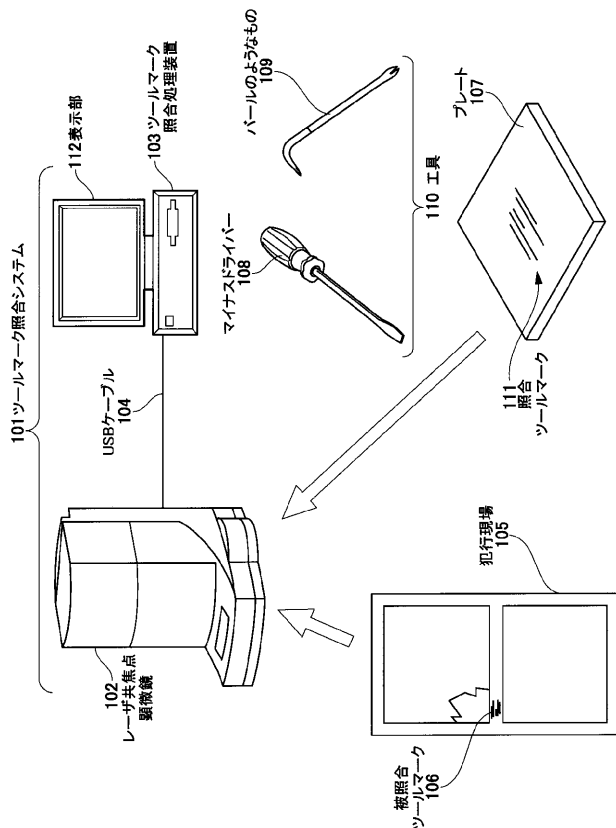
【符号の説明】

【0036】

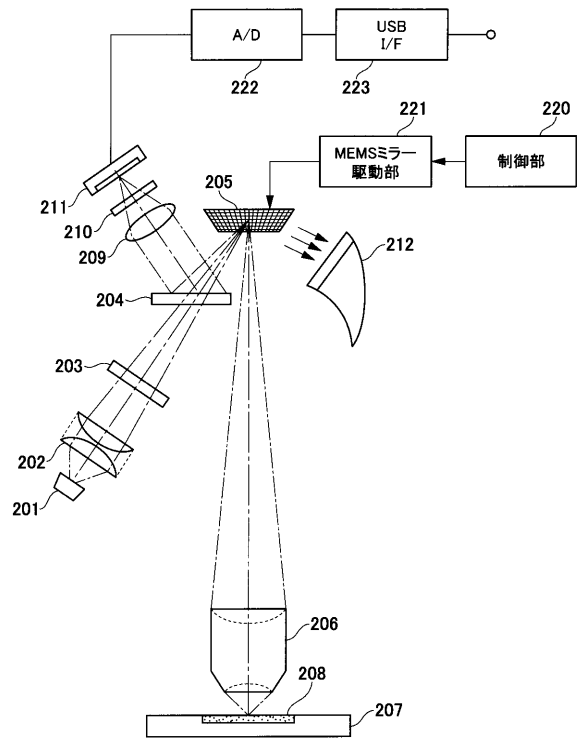
101... ツールマーク照合システム、102... レーザ共焦点顕微鏡、103... ツールマーク照合処理装置、104... USBケーブル、105... 犯行現場、106... 被照合ツールマーク、107... プレート、108... マイナスドライバー、110... 工具、111... 照合ツールマーク、112... 表示部、201... 光源、202... 集光光学系、203... 波長選択フィルタ、204... ダイクロイックミラー、205... MEMSミラーアレイ、206... 対物レンズ、207... ステージ、208... 試料、209... 集光光学系、210... 波長選択フィルタ、211... 撮像素子、212... 光トラップ、220... 制御部、221... MEMSミラー駆動部、222... A/D変換器、223... USBインターフェース、301... マイクロミラー、302... 基板、304... 範囲、401... CPU、402... ROM、403... RAM、404... 不揮発性ストレージ、405... 操作部、406... USBインターフェース、407... バス、410... 入出力制御部、411... 被照合テーブル、412... 照合テーブル、413... 照合範囲特定処理部、414... 照合演算処理部、501... ツールマーク、502... 凹凸形状グラフ、503... 平面凹凸マップ、601... ツールマークデータ、602... YZ抜粋データ、801... 照合YZ抜粋データ、802... 被照合YZ抜粋データ、803... 正規化被照合ツールマーク

10

【図1】

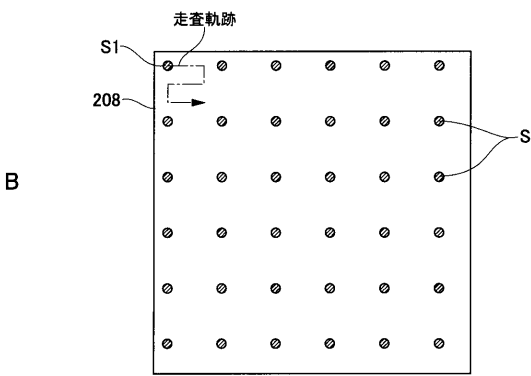
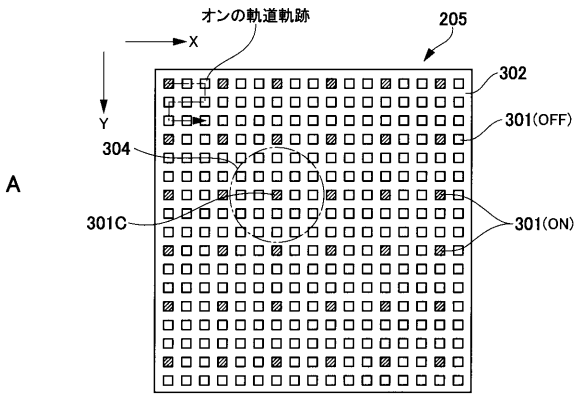


【図2】

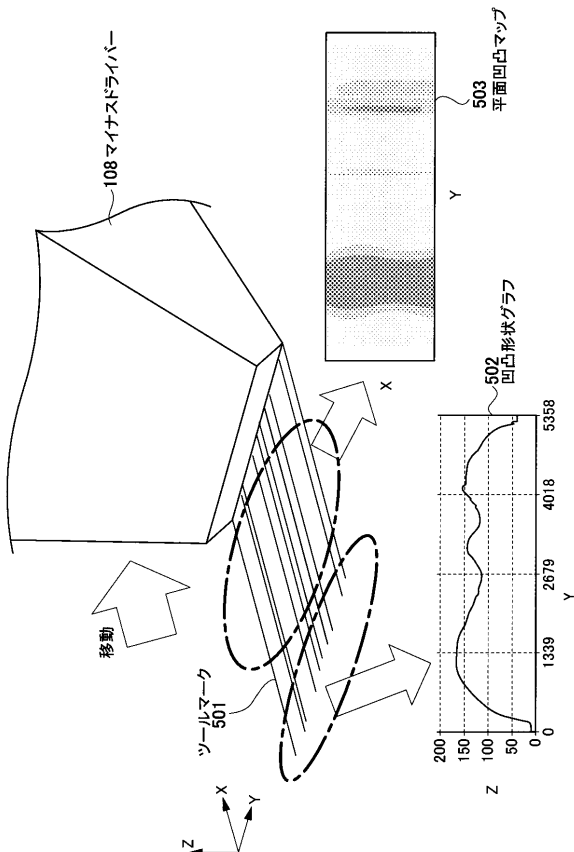


102レーザ共焦点顕微鏡

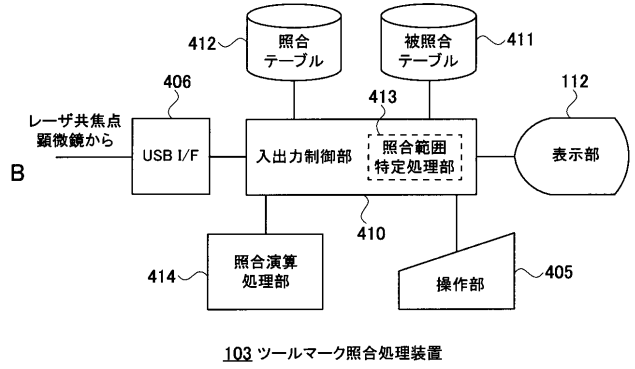
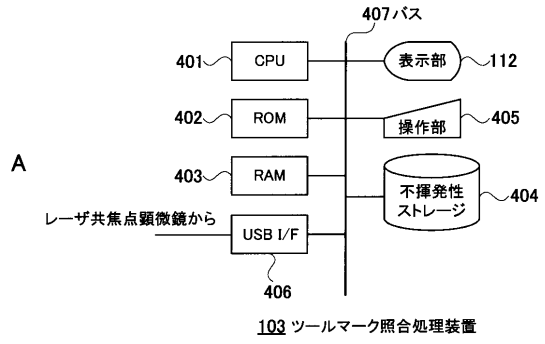
【 図 3 】



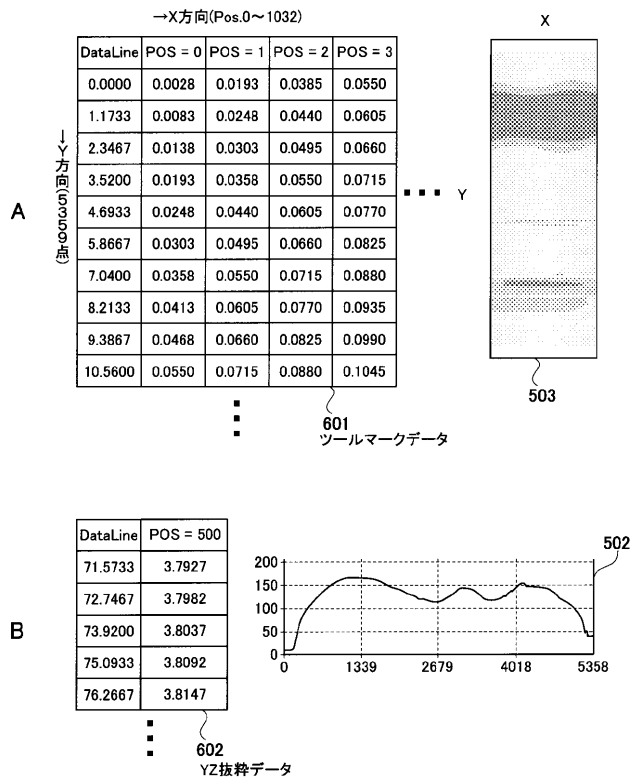
【 図 5 】



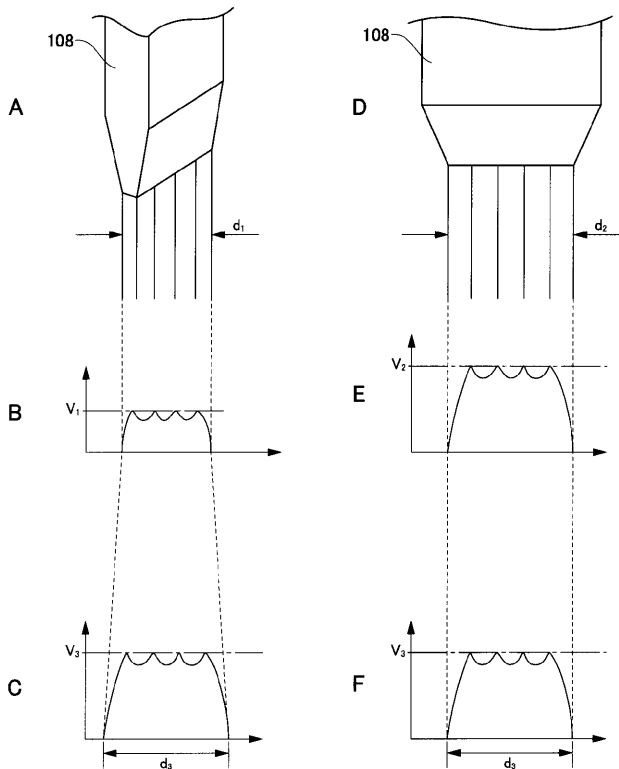
【 図 4 】



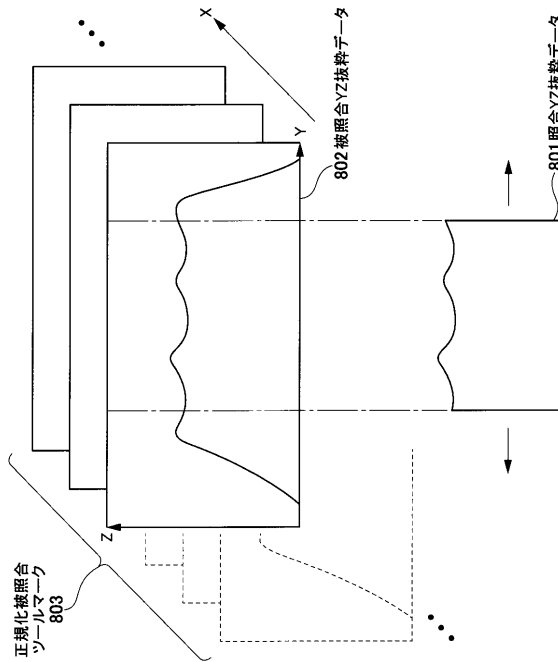
【 図 6 】



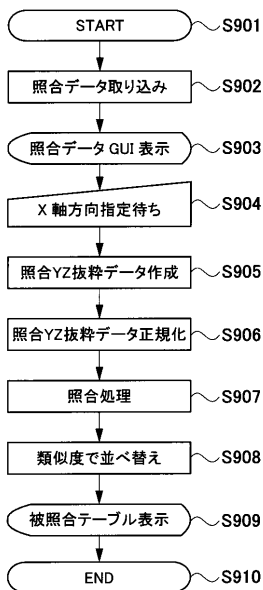
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

照合結果・類似度ランキングがクリックでグラフ図を表示)

ランク	類似度	大項目	中項目	子項目名	ID	登録種別	X位置	Y座標	コメント
1	100%	全層子一斉	A	A area	2998	全層	500	2000	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
2	94%	全層子一斉	A	A area	3019	全層	500	2020	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
3	89%	全層子一斉	A	A area	2899	全層	1000	1890	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
4	88%	全層子一斉	B	B area	3044	全層	3000	3000	B座Z3001/B座X1012座surface.h...
5	85%	全層子一斉	A	A area	2970	全層	0	1980	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
6	83%	全層子一斉	A	A area	2940	全層	500	2940	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
7	81%	全層子一斉	A	A area	3089	全層	500	2080	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
8	79%	全層子一斉	A	A area	3520	全層	500	2080	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
9	75%	ライン子一斉	D	D post=100	4519	ライン	-	3520	B座Z500/A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
10	75%	ライン子一斉	B	B area	3119	ライン	-	2100	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
11	75%	ライン子一斉	A	A area	4029	全層	1000	3010	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
12	73%	ライン子一斉	A	A area	4089	ライン	-	3500	D座Z100/A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
13	73%	全層子一斉	D	D area	3060	全層	500	3060	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
14	73%	ライン子一斉	D	D post=100	770	ライン	-	1769	D座Z100/A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
15	72%	全層子一斉	A	A area	2040	全層	1000	2040	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
16	71%	全層子一斉	A	A area	4109	全層	0	3110	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
17	69%	全層子一斉	A	A area	3089	全層	0	2080	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
18	69%	全層子一斉	A	A area	4129	全層	1000	3130	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
19	65%	ライン子一斉	C	C post=100	2820	ライン	-	2820	C座Z100/A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
20	64%	ライン子一斉	D	D area	1849	ライン	-	850	D座Z100/A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
21	63%	全層子一斉	A	A area	2130	全層	500	2130	A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
22	63%	ライン子一斉	B	B area	3159	ライン	-	2160	B座Z500/A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...
23	63%	ライン子一斉	D	D post=100	4598	ライン	-	3800	D座Z100/A座Z771/A座X2011/Y2座surface.h...