

(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2010-60407

(P2010-60407A)

(43) 公開日 平成22年3月18日(2010.3.18)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
G O 1 N 21/84	(2006.01)	G O 1 N	21/84	Z	2 G O 5 1
D O 5 B 3/22	(2006.01)	D O 5 B	3/22		3 B 1 5 0
G O 6 T 1/00	(2006.01)	G O 6 T	1/00	3 0 0	5 B O 5 7
D O 5 B 19/12	(2006.01)	D O 5 B	19/12		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-225671 (P2008-225671)	(71) 出願人	000003399
(22) 出願日	平成20年9月3日(2008.9.3)		J U K I 株式会社
			東京都調布市国領町8丁目2番地の1
		(74) 代理人	100081282
			弁理士 中尾 俊輔
		(74) 代理人	100085084
			弁理士 伊藤 高英
		(74) 代理人	100095326
			弁理士 畑中 芳実
		(74) 代理人	100115314
			弁理士 大倉 奈緒子
		(74) 代理人	100117190
			弁理士 玉利 房枝
		(74) 代理人	100120385
			弁理士 鈴木 健之

最終頁に続く

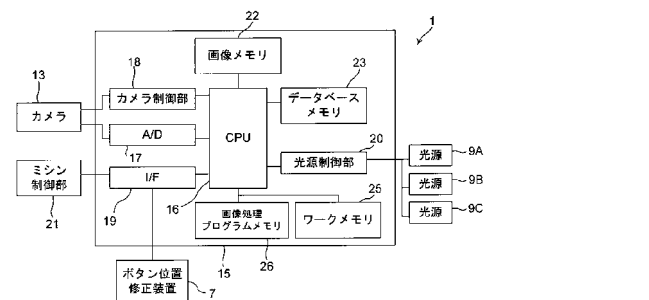
(54) 【発明の名称】 ボタン認識装置およびボタン認識方法

(57) 【要約】

【課題】ボタンの表裏および種類の判別精度の向上を図ることができるとともに、ミシンによって縫製物にボタンを仕上がりよく縫い付ける。

【解決手段】ボタンBの前面に対してそれぞれ異なる方向から照射光が照射されるように配置された複数の光源9A、9B、9Cと、各光源9A、9B、9Cからの照射光が照射された状態におけるボタンBの前面を撮像するカメラ13と、各光源9A、9B、9Cからの照射光の照射およびカメラ13の撮像のタイミングを制御し、カメラ13による撮像によって各光源9A、9B、9Cによる異なる方向からの照射光の照射毎のボタンBの撮像画像を取得し、各撮像画像に基づいて撮像対象となっているボタンBの面法線ベクトル n を算出し、基準面法線ベクトルと比較して、撮像対象ボタンBの種類および表裏を判別する制御装置15とを備えた。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ボタンの前面に対してそれぞれ異なる方向から照射光が照射されるように配置された複数の光源と、

前記各光源からの照射光が照射された状態における前記ボタンの前面を撮像する撮像装置と、

前記各光源からの照射光の照射および前記撮像装置の撮像のタイミングを制御し、前記撮像装置による撮像によって前記各光源による異なる方向からの照射光毎の前記ボタンの撮像画像を取得し、前記各撮像画像に基づいて撮像対象となっているボタンの面法線ベクトルを算出し、前記撮像対象ボタンの前面における予め算出された基準面法線ベクトルと比較して、前記撮像対象ボタンの種類および表裏を判別する制御装置と

を備えたことを特徴とするボタン認識装置。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記ボタンの前面における全体または外周縁における少なくとも一部分の前記面法線ベクトルを算出することを特徴とする請求項 1 に記載のボタン認識装置。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記各光源から順番に前記ボタンに照射光を照射し、前記撮像装置によって、前記各照射方向からの照射光の毎に前記ボタンの前面を撮像して、前記各照射方向からの照射光毎の前記撮像画像を取得することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のボタン認識装置。

【請求項 4】

前記各光源として、それぞれ異なる色彩の照射光を照射する光源を用い、

前記制御装置は、前記各光源から前記ボタンに同時に照射光を照射した状態において前記撮像装置によって前記ボタンを撮像し、前記撮像画像から前記各色彩の成分を抽出して前記各光源による照射光毎の前記撮像画像を取得することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のボタン認識装置。

【請求項 5】

ボタンの前面に対して複数の照射方向から照射光を照射し、

前記各照射方向からの照射光の照射毎に、前記ボタンの前面を撮像し、

前記各照射方向からの照射光毎の前記ボタンの撮像画像に基づいて、前記撮像対象となっているボタンの面法線ベクトルを算出し、

前記撮像対象ボタンの前面における予め算出された基準面法線ベクトルと比較して、前記撮像対象ボタンの種類および表裏を判別することを特徴とするボタン認識方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ボタンの種類および表裏を認識するボタンの認識装置およびボタン認識方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、自動ボタン縫い付け装置によってボタンを縫製物に縫い付けるにあたり、ボタンの表裏を判別するボタン認識装置が用いられている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、ボタンの表裏を検知するためのボタン検知装置を備えた自動ボタン縫着装置が記載されている。このボタン検知装置は、ボタンつまみ足が上昇する際に、このボタンつまみ足によって保持されたボタンの上面に係合可能な位置に進退自在に配置され、ボタンの上面における縁部と中央部に係合可能なボタン検知手段と、このボタン検知手段の上下変位によってボタンの表裏を判別する判別手段とを有している。

【0004】

この自動ボタン検知装置は、例えば、ボタン検知手段として、ボタン有無検知レバーお

10

20

30

40

50

よびボタン表裏検知レバーを備えている。このような自動ボタン検知装置は、ボタン供給アームによってボタンつまみ足にボタンが供給された後、ボタンつまみ足が上昇する際に、ボタンの縁部によってボタン有無検知レバーが押し上げられたか否かにより、ボタンつまみ足におけるボタンの有無を検知するようになっている。また、自動ボタン検知装置は、ボタンの表面における中央部が窪んでいるのに対し、裏面における中央部は平面状であるというボタンの形状を利用して、ボタンつまみ足が上昇する際に、ボタンの中央部によってボタン表裏検知レバーが押し上げられたか否かにより、ボタンの表裏を判別するようになっている。

【0005】

また、特許文献2には、ボタン収納部および移動経路に所定の振動を発生させることにより、ボタン収納部に収納されたボタンを、ボタンの表裏選別後にボタン排出口から順次排出するボタン供給部を備えたボタン供給装置が記載されており、このボタン供給装置は、移動経路の途中においてボタン選別機構を備えている。そして、ボタン供給装置においては、ボタンの表面における中央部が窪んでおり裏面の中央部が平面状であるというボタン形状を利用して、ボタンは、ボタン選別機構を通過する際に、平面状の裏面が下側を向いており、表面が上側に向いているときには、ボタン選別機構を通過するようになっている。一方、ボタンは、中央部に窪みのある表面が下側を向き、裏面が上側に向いているときには、ボタン選別機構からボタン収納部における下方に落下するようになっている。これにより、ボタン供給装置は、ボタンの表裏を判別し、表面が上側を向いているボタンのみをボタン排出口から順次排出するようになっている。

【0006】

さらに、特許文献3に記載されたボタン供給装置は、ボタンの系通し孔に係止される係止ピンが形成され、ボタンをミシンの縫製部に供給するボタン搬送部と、係止ピン上に載置されたボタンの上面からボタンを回転させながら係止ピン上に押し当てる回転装置とを備えている。このようなボタン供給装置は、回転装置によってボタンを回転させながら係止ピン上に押し当ててボタンの系通し孔に係止ピンに係止させることにより、ボタンを平面上における所定の角度回動して、ミシンに供給するようになっている。

【0007】

さらにまた、特許文献4には、文字、図形、記号等、衣服への縫着時に方向性がある模様が施されているボタンの上面を撮像して前方画像を取得する撮像手段を備えたボタンの縫着方向設定装置が記載されている。このボタンの縫着方向設定装置は、撮像手段により取得された前方画像と、ボタンについて予め記録された基準画像とに基づいて、ボタンの上面の模様が所定の方向に向くようにボタンを回転させて、ミシンに供給するようになっている。

【0008】

【特許文献1】特許第2659073号公報

【特許文献2】特許第2648042号公報

【特許文献3】特許第2505289号公報

【特許文献4】特公平2-023197号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、前述の特許文献1に記載の自動ボタン検知装置および特許文献2に記載のボタン供給装置によれば、ボタンの表裏の判別を、ボタンの表面における中央部が窪み、裏面が平面状であるというボタン形状を利用して行うため、例えば、表裏とも同じような形状であるが、表面にのみ彫刻が施されているような表裏に微妙な相違があるだけのボタンについては、表裏の判別ができないという問題を有していた。

【0010】

また、特許文献3に記載のボタン供給装置によれば、系通し孔の形成位置の精度が悪いボタンがボタン搬送部上に載置された場合、係止ピンが系通し孔に係止されないまま回転

10

20

30

40

50

装置によってボタンが係止ピン上に押し当てられてしまい、係止ピンが折れてしまうおそれがあるという問題を有していた。

【 0 0 1 1 】

さらに、特許文献 4 に記載のボタンの縫着方向設定装置によれば、ボタンの表面に形成された刻印や画像等によっても、ボタンの表裏を判別することが可能であるが、例えば、ボタンが光を反射する材料によって形成されている場合、ボタンの色彩や模様によっては、取得した前方画像において背景画像とボタン画像とを区別することが困難なことがあった。さらにまた、前述のボタンの縫着方向設定装置によれば、ボタンが透明または半透明の材料によって構成されている場合には、撮像手段によってボタンについて予め記録された基準画像と比較するために十分な前方画像を取得することができない場合があった。このため、このボタンの縫着方向設定装置は、例えば反射性の材料や透明、半透明の材料によって形成されているような多種多様なボタンの判別に対応することができないという問題を有していた。さらに、特許文献 4 に記載のボタンの縫着方向設定装置では、ボタンの表面に刻印や画像が形成されておらず、しかもボタンの表裏の形状に微妙な相違しか有していないボタンについては、特許文献 1 および 2 に記載のボタン供給装置と同様に表裏の判別ができないという問題があった。

10

【 0 0 1 2 】

本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであり、ボタンの表裏および種類の判別精度の向上を図ることができるとともに、ミシンによって縫製物にボタンを仕上がりよく縫い付けることが可能なボタン認識装置およびボタン認識方法を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

前記目的を達成するため、請求項 1 に記載の発明に係るボタン認識装置の特徴は、ボタンの前面に対してそれぞれ異なる方向から照射光が照射されるように配置された複数の光源と、前記各光源からの照射光が照射された状態における前記ボタンの前面を撮像する撮像装置と、前記各光源からの照射光の照射および前記撮像装置の撮像のタイミングを制御し、前記撮像装置による撮像によって前記各光源による異なる方向からの照射光毎の前記ボタンの撮像画像を取得し、前記各撮像画像に基づいて撮像対象となっているボタンの面法線ベクトルを算出し、前記撮像対象ボタンの前面における予め算出された基準面法線ベクトルと比較して、前記撮像対象ボタンの種類および表裏を判別する制御装置とを備えた点にある。

30

【 0 0 1 4 】

この請求項 1 に記載の発明によれば、複数の光源による異なる方向からの照射光の照射によって取得された各撮像画像を用いて、各撮像画像の全画素毎の面法線ベクトルを求めることができ、これにより、ボタンの 3 次元形状を求めることができる。このため、ボタンの表裏の面形状やボタンの種類による形状の差が微妙な場合であっても、ボタンの表裏や撮像対象となっているボタンが所望のボタンと同一の種類が否かを判別することができる。

【 0 0 1 5 】

請求項 2 に記載の発明に係るボタン認識装置の特徴は、請求項 1 に記載のボタン認識装置において、前記制御装置は、前記ボタンの前面における全体または外周縁における少なくとも一部分の前記面法線ベクトルを算出する点にある。

40

【 0 0 1 6 】

この請求項 2 に記載の発明によれば、制御装置は、ボタンの前面における全体について面法線ベクトルを算出することにより、ボタンの表裏および種類の判別精度をより向上させることができる。一方、制御装置は、ボタンの前面における外周縁の少なくとも一部分について面法線ベクトルを算出することにより、面法線ベクトルを算出する面積を小さくすることができる。このため、制御装置は、ボタンの表裏および種類の判別精度を向上させることができるとともに、算出時間の短時間化を図ることができ、より効率的にボタンの表裏および種類を判別することができる。

50

【 0 0 1 7 】

請求項 3 に記載の発明に係るボタン認識装置の特徴は、請求項 1 または請求項 2 に記載のボタン認識装置において、前記制御装置は、前記各光源から順番に前記ボタンに照射光を照射し、前記撮像装置によって、前記各照射方向からの照射光の照射毎に前記ボタンの前面を撮像して、前記各照射方向からの照射光毎の前記撮像画像を取得する点にある。

【 0 0 1 8 】

この請求項 3 に記載の発明によれば、各光源によって順番にボタンに照射光を照射して、カメラによって各光源による照射光の照射毎に撮像するので、制御装置は、各照射方向からの照射光毎の撮像画像を容易に取得することができ、これにより、判別工程の短時間化を図ることができ、より効率的にボタンの表裏および種類を判別することができる。

10

【 0 0 1 9 】

請求項 4 に記載の発明に係るボタン認識装置の特徴は、請求項 1 または請求項 2 に記載のボタン認識装置において、前記各光源として、それぞれ異なる色彩の照射光を照射する光源を用い、前記制御装置は、前記各光源から前記ボタンに同時に照射光を照射した状態において前記撮像装置によって前記ボタンを撮像し、前記撮像画像から前記各色彩の成分を抽出して前記各光源による照射光毎の前記撮像画像を取得する点にある。

【 0 0 2 0 】

この請求項 4 に記載の発明によれば、制御装置は、各光源によって同時にボタンに照射光を照射した状態によってボタンの上面を撮像するので、ボタンの認識のための時間を短縮することができ、より効率的にボタンの表裏および種類を判別することができる。

20

【 0 0 2 1 】

請求項 5 に記載の発明に係るボタン認識方法の特徴は、ボタンの前面に対して複数の照射方向から照射光を照射し、前記各照射方向からの照射光の照射毎に、前記ボタンの前面を撮像し、前記各照射方向からの照射光毎の前記ボタンの撮像画像に基づいて、前記撮像対象となっているボタンの面法線ベクトルを算出し、前記撮像対象ボタンの前面における予め算出された基準面法線ベクトルと比較して、前記撮像対象ボタンの種類および表裏を判別する点にある。

【 0 0 2 2 】

この請求項 5 に記載の発明によれば、複数の照射方向からの照射光の照射によって取得された各撮像画像を用いて、各撮像画像の全画素毎の面法線ベクトルを求めることができ、これにより、ボタンの 3 次元形状を求めることができる。このため、ボタンの表裏の曲面形状や異なるボタンの形状の差が小さい場合であっても、表裏や撮像対象となっているボタンが所望のボタンと同一の種類か否かを判別することができる。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

本発明に係るボタン認識装置およびボタン認識方法によれば、ボタンの表裏および種類の判別精度の向上を図ることができ、この結果、ミシンによって縫製物にボタンを仕上がりよく縫い付けることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 4 】

以下、本発明に係るボタン認識装置の一実施形態を図 1 から図 1 3 を参照して説明する。

40

【 0 0 2 5 】

図 1 は、本実施形態に係るボタン認識装置を備えたボタン供給装置およびミシンを示す概略斜視図である。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示すように、ボタン認識装置 1 はミシン 2 にボタン B を供給するボタン供給装置 3 に備えられている。

【 0 0 2 7 】

ボタン供給装置 3 は、円筒状の第 1 ボタン供給部 5 を有し、第 1 ボタン供給部 5 の内壁

50

面には、第 1 ボタン供給部 5 の底面から上縁の一部に形成された第 1 排出口 5 a までボタン B を搬送する螺旋状の通路 5 b が形成されている。そして、第 1 ボタン供給部 5 は、底面部に収納されたボタン B を、所定の微振動によって通路 5 b に沿って上昇させて第 1 排出口 5 a まで搬送し、第 1 排出口 5 a から下方に落下させるようになっている。

【 0 0 2 8 】

第 1 ボタン供給部 5 における第 1 排出口 5 a の下方には、円盤状の第 2 ボタン供給部 6 が配設されており、第 2 ボタン供給部 6 は、円盤状の回転板 6 a と、回転板 6 a における底面の周縁部および側面を被覆して回転板 6 a を収納する支持体 6 b とを備えている。回転板 6 a における周縁部には、少なくとも 3 つ（本実施形態においては 8 つ）の切欠部 6 c が、円周方向に同一の間隔をもって形成されており、第 2 ボタン供給部 6 は、切欠部 6 c および支持体 6 b に囲まれて形成された凹状のボタン収容部 6 d によって、第 1 排出口 5 a から落下したボタン B を収容するようになっている。回転板 6 a は、支持体 6 b の内部においてモータ等の駆動手段によって周方向に間欠的に回転し、この回転板 6 a の回転により、各ボタン収容部 6 d に収容されたボタン B は、水平環状の搬送経路において搬送されるようになっている。

10

【 0 0 2 9 】

支持体 6 b には、回転板 6 a の回転によってボタン収容部 6 d において搬送されたボタン B を第 2 ボタン供給部 6 の下方に落下して排出するための図示しない第 2 排出口が形成されている。第 2 排出口は、回転板 6 a の間欠的な回転移動の間の停止時に切欠部 6 c に対向する位置であって、回転板 6 a の回転中心を挟んで支持体 6 b における第 1 排出口 5 a の下方と対向する位置に形成されている。

20

【 0 0 3 0 】

そして、第 2 ボタン供給部 6 は、1 つのボタン収容部 6 d が第 1 排出口 5 a の下方に位置すると停止し、ボタン収容部 6 d において第 1 排出口 5 a から落下したボタン B を収容した後に回転し、隣位するボタン収容部 6 d が第 1 排出口 5 a の下方に位置すると停止するようになっている。また、第 2 ボタン供給部 6 は、回転板 6 a の回転によって切欠部 6 c が第 2 排出口の上面に位置すると、第 2 排出口からボタン B を落下して排出するようになっている。

【 0 0 3 1 】

第 2 ボタン供給部 6 とミシン 2 との間であって第 2 排出口の近傍には、ボタン収容部 6 d に収容されたボタン B の平面形状における位置を修正して、ミシン 2 に供給するボタン位置修正装置 7 が配設されている。ボタン位置修正装置 7 は、ボタン B を搬送する搬送アーム 7 a を有しており、搬送アーム 7 a の先端部上面には、ボタン B に形成されたボタン孔に係止される係止ピン 7 b が突出して形成されている。搬送アーム 7 a は、図示しない駆動手段により先端部が第 2 排出口の下方とミシン 2 との間を往復移動するようになっている。先端部が第 2 排出口の下方に位置するときに、第 2 排出口から排出されたボタン B を先端部において受け取るようになっている。

30

【 0 0 3 2 】

第 2 排出口の上方には、図示しないモータおよびシリンダ等の駆動手段によって回転かつ昇降移動する位置修正部材 7 c が設けられており、位置修正部材 7 c は、搬送アーム 7 a の先端部にボタン B が落下すると、回転しながら下降して位置修正部材 7 c の下端部をボタン B の前面（上面）に圧接するようになっている。これにより、位置修正装置は、ボタン B を係止ピン 7 b の先端部で回転させてボタン孔を搬送アーム 7 a の係止ピン 7 b に係止するようになっている。

40

【 0 0 3 3 】

そして、搬送アーム 7 a は、ボタン孔に係止ピン 7 b に係止することにより先端部においてボタン B を保持し、この状態でボタン B をミシン 2 に搬送するようになっている。

【 0 0 3 4 】

ボタン認識装置 1 は、図 2 に示すように、ボタン B の上面に照射光を照射する複数（本実施形態においては 3 つ）の光源 9 A、9 B、9 C（9）を備えた照明装置 10 を有して

50

いる。照明装置 10 は、第 2 ボタン供給部 6 の上方におけるボタン B の搬送経路における第 1 排出口 5 a からのボタン B の収容位置と第 2 排出口からのボタン B の排出位置との間であって回転板 6 a の間欠的な回動移動の間の停止時に切欠部 6 c に対向する位置に配置されている。

【0035】

各光源 9 は、図 2 および図 3 に示すように、ボタン B の上面に対してそれぞれ異なる照射方向から照射光が照射されるように予め定められた位置に、ボタン収容部 6 d に対向して配置されており、各光源 9 は、環状の支持体 11 によって一体に保持されている。

【0036】

照明装置 10 の上方には、ボタン B の上面を撮像する撮像手段としてのカメラ 13 が固定して配設されており、図 4 に示すように、カメラ 13 は、照明装置 10 における支持体 11 の開口部を介してボタン B の上面を撮像するようになっている。なお、カメラ 13 の配置位置は、各光源 9 の照射光がボタン B の上面において反射した反射光を撮像可能な位置であれば、照明装置 10 の上方でなくてもよい。

【0037】

図 5 に示すように、ボタン認識装置 1 は、ボタン認識装置 1 の各部の動作を制御する制御装置 15 を有している。制御装置 15 は、CPU 16 を有しており、CPU 16 は、アナログ・デジタルコンバータ (A/D コンバータ) 17 を介してカメラ 13 に接続されているとともに、カメラ制御部 18 を介してカメラ 13 に接続されている。また、制御装置 15 は、光源制御部 20 を介して各光源 9 に接続されている。さらに、制御装置 15 は、インターフェース (I/F) 19 を介してマシン 2 の制御部 21 とボタン供給装置 3 とに接続されているとともに、光源制御部 20 を介して各光源 9 に接続されている。制御装置 15 には、画像メモリ 22、データベースメモリ 23 およびワークメモリ 25 が設けられそれぞれ CPU 16 に接続されており、データベースメモリ 23 には、撮像対象となるボタン B の前面における撮像画像から予め算出されたボタン B の上面の基準面法線ベクトルが撮像画像の各画素毎に記憶されている。また、カメラ 13 によって撮像されたボタン B の撮像画像は、A/D コンバータ 17 によりデジタル化された後、画像メモリ 22 において記憶されるようになっている。

【0038】

さらに、制御装置 15 は、画像処理プログラムが記憶された画像処理プログラムメモリ 26 を有しており、画像処理プログラムに基づいて、各光源 9 による照射方向からの照射毎の撮像画像を取得し、各撮像画像に基づいて、撮像対象となったボタン B の面法線ベクトル n を、算出するようになっている。例えば、図 6 に示すような面法線ベクトル n を基準に θ 方向からの光源 9 によってボタン B の上面が照射されている場合に、光源 9 の強さ L 、光源ベクトル s 、ボタン B の上面の反射率 ρ を用いて、面法線ベクトル n を算出する。そして、制御装置 15 は、算出された面法線ベクトル n と撮像対象となっているボタン B の基準面法線ベクトルと比較して、撮像対象となっているボタン B の種類および表裏を判別するようになっている。

【0039】

次に、本実施形態に係るボタン認識装置 1 によるボタン認識方法について詳細に説明する。

【0040】

第 1 ボタン供給部 5 の第 1 排出口 5 a から排出されたボタン B が、第 2 ボタン供給部 6 におけるボタン収容部 6 d に収容された後、回転板 6 a の回転により搬送されてボタン認識装置 1 における照明装置 10 およびカメラ 13 の下方において停止すると、ボタン認識装置 1 の制御装置 15 は、ボタン B の認識動作を開始する。

【0041】

図 7 に示すように、まず、制御装置 15 は、各光源 9 のうち第 1 光源 9 A を点灯してボタン B の上面に照射光を照射し (ST1)、カメラ 13 によって第 1 光源 9 A による照射光の照射によってボタン B の上面を撮像する (ST2)。続いて、制御装置 15 は、第 1

10

20

30

40

50

光源 9 A を消灯し (S T 3)、撮像した撮像画像を画像メモリ 2 2 に記憶する (S T 4)。その後、制御装置 1 5 は、全光源 9 の照射光の照射による撮像が終了したか否かを判別し (S T 5)、終了していないと判別した場合には (S T 5 において N o)、残りの第 2 光源 9 B を点灯して、S T 1 ~ S T 4 を繰り返す。そして、制御装置 1 5 は、第 1 光源 9 A から第 3 光源 9 C まで、これらの各工程 (S T 1 ~ S T 4) を繰り返して、S T 5 において全ての光源 9 を点灯したと判別した場合には (S T 5 において Y e s)、撮像画像を画像メモリ 2 2 からワークメモリ 2 5 に転送して (S T 6)、撮像画像の全画素について、面法線ベクトルを算出する (S T 7)。

【 0 0 4 2 】

面法線ベクトルの算出について、図 8 に示すように、まず制御装置 1 5 は、 $h = 1$ として (S T 7 1)、算出対象となる撮像画像の全画素のうち h 画素目の面法線ベクトルを算出する (S T 7 2)。

【 0 0 4 3 】

ここで、制御装置 1 5 におけるボタン B の上面の面法線ベクトル n の算出対象は、図 9 (a) に示すようにボタン B の前面全体でもよい。また、図 9 (b) に示すように、ボタン B の外周縁の一部分のみまたは前面全体を撮像して、ボタン B の外周縁における一部分を算出対象としてもよい。さらには、図 9 (c) に示すようにボタン B の前面全体を撮像し、ボタン B の外周縁全体のみを算出対象としてもよい。

【 0 0 4 4 】

図 1 0 に示すように、 $x y z$ 座標において、カメラ 1 3 の受光素子である C C D または C M O S による撮像画像のそれぞれの画素の位置を (i , j) とすると、面法線ベクトル n は、数式 1 によって表される。

【 0 0 4 5 】

【 数 1 】

$$\vec{n} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$$

ここで、 a_{ij} 、 b_{ij} 、 c_{ij} は、それぞれ、面法線ベクトル n の x 、 y 、 z 成分である。

【 0 0 4 6 】

また、各光源の位置は、予め定められているから、図 1 0 に示すように、光源 9 を k ($k = 1 \sim 3$) とし、光源ベクトル s の仰角を α 、方位角を β とすると、仰角 α 、方位角 β は、各光源 k の配設位置により予め定められていて既知であるから、光源ベクトル s は、数式 2 によって表される。なお、光源ベクトル s は、長さ 1 の単位ベクトルである。

【 0 0 4 7 】

【 数 2 】

$$\vec{s} = (a_k, b_k, c_k) = (\cos\alpha_k \cos\beta_k, \cos\alpha_k \sin\beta_k, \sin\alpha_k)$$

また、ここでは、各光源 k からは、ボタン B に対して平行光線が照射され、各光源 k の仰角 α および方位角 β は、各光源の受光位置 (i , j) により変化せず同一であるものとする。

【 0 0 4 8 】

ここで、光源ベクトル s は単位ベクトルであるから、

【 0 0 4 9 】

【 数 3 】

$$\sqrt{a_k^2 + b_k^2 + c_k^2} = 1$$

となり、仰角 α_k 、方位角 β_k より、光源ベクトル s を表す数式 2 を数式 4 のように変

10

20

30

40

50

形することができる。

【 0 0 5 0 】

【 数 4 】

$$\vec{s} = (\cos\alpha_k \cos\beta_k, \cos\alpha_k \sin\beta_k, \sin\alpha_k)$$

一方、画素 (i , j) における光源 9 による輝度 χ_{ijk} は、ランベルトの余弦則により、数式 5 によってあらわすことができ、数式 5 に数式 1 および数式 2 を代入すると数式 6 が得られる。

【 0 0 5 1 】

【 数 5 】

$$\chi_{ijk} = \rho L \cdot \cos\theta = \rho \times \frac{\vec{s} \cdot \vec{n}}{|\vec{s}| \cdot |\vec{n}|}$$

【 0 0 5 2 】

【 数 6 】

$$\chi_{ijk} = \rho L \cdot \frac{a_k a_{ij} + b_k b_{ij} + c_k c_{ij}}{\sqrt{a_k^2 + b_k^2 + c_k^2} \sqrt{a_{ij}^2 + b_{ij}^2 + c_{ij}^2}}$$

10

20

ここで、光源ベクトル s は数式 3 に示すように単位ベクトルであり、 $c_{ij} = 1$ とすることにより、輝度を表す数式 5 は、数式 7 に変形することができる。

【 0 0 5 3 】

【 数 7 】

$$\chi_{ijk} = \rho L \cdot \frac{a_k a_{ij} + b_k b_{ij} + c_k}{\sqrt{a_{ij}^2 + b_{ij}^2 + c_{ij}^2}}$$

30

そして、各光源 9 を 1、2、3 とし、各光源 9 から撮像した結果を数式 6 に代入すると、数式 8、数式 9、数式 10 が得られる。

【 0 0 5 4 】

【 数 8 】

$$\chi_{ij1} = \rho L \cdot \frac{a_1 a_{ij} + b_1 b_{ij} + c_1}{\sqrt{a_{ij}^2 + b_{ij}^2 + c_{ij}^2}}$$

40

【 0 0 5 5 】

【 数 9 】

$$\chi_{ij2} = \rho L \cdot \frac{a_2 a_{ij} + b_2 b_{ij} + c_2}{\sqrt{a_{ij}^2 + b_{ij}^2 + c_{ij}^2}}$$

【 0 0 5 6 】

【数 1 0】

$$\chi_{ij3} = \rho L \cdot \frac{a_3 a_{ij} + b_3 b_{ij} + c_3}{\sqrt{a_{ij}^2 + b_{ij}^2 + c_{ij}^2}}$$

ここで、数式 8、数式 9、数式 10 の右辺の分母を消去するために、数式 9 を数式 8 で割り (X i j 2 / X i j 1)、数式 10 を数式 8 で割り (X i j 3 / X i j 1) と、数式 11、数式 12 が得られる。

【0 0 5 7】

10

【数 1 1】

$$\frac{\chi_{ij2}}{\chi_{ij1}} = \frac{a_2 a_{ij} + b_2 b_{ij} + c_2}{a_1 a_{ij} + b_1 b_{ij} + c_1}$$

【0 0 5 8】

【数 1 2】

$$\frac{\chi_{ij3}}{\chi_{ij1}} = \frac{a_3 a_{ij} + b_3 b_{ij} + c_3}{a_1 a_{ij} + b_1 b_{ij} + c_1}$$

20

そして、数式 11 および数式 12 の連立方程式を解くと、a i j は、数式 13 によって求められ、b i j は、数式 14 によって求められ、c i j = 1 であるので、これにより画素 (i, j) における面法線ベクトル n を求めることができる。

【0 0 5 9】

【数 1 3】

$$a_{ij} = \frac{(\chi_{ij2} b_1 - \chi_{ij1} b_2)(\chi_{ij3} c_1 - \chi_{ij1} c_3) - (\chi_{ij2} c_1 - \chi_{ij1} c_2)(\chi_{ij3} b_1 - \chi_{ij1} b_3)}{(\chi_{ij2} a_1 - \chi_{ij1} a_2)(\chi_{ij3} b_1 - \chi_{ij1} b_3) - (\chi_{ij2} b_1 - \chi_{ij1} b_2)(\chi_{ij3} a_1 - \chi_{ij1} a_3)}$$

30

【数 1 4】

$$b_{ij} = \frac{(\chi_{ij2} a_1 - \chi_{ij1} a_2)(\chi_{ij3} c_1 - \chi_{ij1} c_3) - (\chi_{ij2} c_1 - \chi_{ij1} c_2)(\chi_{ij3} a_1 - \chi_{ij1} a_3)}{(\chi_{ij2} b_1 - \chi_{ij1} b_2)(\chi_{ij3} a_1 - \chi_{ij1} a_3) - (\chi_{ij2} a_1 - \chi_{ij1} a_2)(\chi_{ij3} b_1 - \chi_{ij1} b_3)}$$

なお、数式 13 および 14 において、a_k、b_k、c_k は、数式 12 により、

40

$$a_k = \cos \alpha_k \cos \beta_k$$

$$b_k = \cos \alpha_k \sin \beta_k$$

$$c_k = \sin \alpha_k$$

として算出される。

【0 0 6 0】

続いて、制御装置 15 は、算出対象の撮像画像の全画素数を m としたとき、h が m より小さいか否かを判別し (S T 7 3)、h が m より小さいと判別した場合には (S T 7 3) において Y e s)、h = h + 1 とし、再度 h 画素目の面法線ベクトルを算出して (S T 7 2)、h が m より小さいか否かを判別する (S T 7 3)。一方、制御装置 15 は、S T 7 3 において h が m より小さくないと判別した場合には (S T 7 3 において N o)、面法線

50

ベクトルを算出する工程を終了する。このようにして、制御装置 15 は、撮像画像全体、前述の算出対象となるボタン B の前面全体、または外周縁の一部分、または外周縁の全体の全画素について面法線ベクトルを算出する。

【0061】

また、制御装置 15 において面法線ベクトル n を求める場合であって、例えば金属性のボタン B 等、ボタン B の上面の材質、処理等によってボタン B の上面における照射光の拡散反射成分に対して鏡面成分（正反射）が無視できない場合には、予めボタン B の上面の反射率 ρ を取得して、データベースに記憶しておくといよい。また、図 11 に示すように、カメラ 13 のレンズに偏光フィルタ 28 を装着したり、または光源 9 の前面に偏光フィルタ 29 を装着することにより、カメラ 13 によって拡散反射成分のみを受光するようにしてもよい。これにより、制御装置 15 は、正確な面法線ベクトル n を算出することができる。

10

【0062】

さらに、各光源 9 として、例えば LED 等の指向特性があるような点光源 9 ではない光源 9 を用いる場合には、光源 9 の前面に拡散フィルタ 30 を装着することにより、指向特性を除去することができ、これにより、制御装置 15 は、正確な面法線ベクトル n を算出することができる。

【0063】

続いて、制御装置 15 は、面法線ベクトルの比較処理を行う（ST8）。面法線ベクトルの比較処理について、図 12 に示すように、制御装置 15 は、まずデータベースから撮像対象となっているボタン B の全画素の基準面法線ベクトルを取り出し、パターンマッチングにより、算出した撮像画像における全画素の面法線ベクトル n と比較して（ST81）、全画素の基準面法線ベクトルと算出された面法線ベクトルとの一致率を算出する（ST82）。

20

【0064】

次に、制御装置 15 は、予め決定されたしきい値に基づいて、例えば、全画素の基準面法線ベクトルと算出された面法線ベクトル n との一致率が 80% より大きいかな否かを判別する（ST9）。そして、制御装置 15 は、一致率が 80% より大きいと判別した場合には（ST8 において Yes）、ボタン B の表面が上方を向いていると判別し（ST10）、I/F 19 を介してその判別結果をマシン 2 の制御部 21 に出力するとともに、ボタン位置修正装置 7 の搬送アーム 7a を駆動してボタン B をマシン 2 に搬送する（ST11）。次いで、マシン 2 の制御部 21 は、搬送アーム 7a によって搬送されたボタン B を用いてボタン B の縫いつけを行う。

30

【0065】

一方、制御装置 15 は、ST8 において一致率が 80% より大きくないと判別した場合には（ST8 において No）、ボタン B の裏面が上方を向いているまたはボタン B の種類が異なると判別し（ST12）、搬送アーム 7a によって搬送されたボタン B を不図示の排除位置に搬送して排除する（ST13）。

【0066】

本実施形態によれば、複数の光源 9A、9B、9C による照射方向からの照射によって取得された各撮像画像を用いて全画素毎の面法線ベクトル n を求めることができ、これにより、ボタン B の 3 次元形状を求めることができる。このため、ボタン B の表裏の曲面形状や異なるボタン B の形状の差が小さい場合であっても、表裏や撮像対象となっているボタン B が所望のボタン B と同一の種類かな否かを判別することができる。

40

【0067】

したがって、本実施形態のボタン認識装置 1 によれば、ボタン B の表裏および種類の判別精度の向上を図ることができ、この結果、マシン 2 によって縫製物にボタン B を仕上がりよく縫い付けることができる。

【0068】

また、制御装置 15 は、ボタン B の前面における全体について面法線ベクトル n を算出

50

することにより、ボタン B の表裏および種類の判別精度をより向上させることができる。さらに、制御装置 15 は、ボタン B の前面における外周縁の一部分または全部について面法線ベクトル n を算出することにより、面法線ベクトル n を算出する面積を小さくすることができる。このため、制御装置 15 は、ボタン B の表裏および種類の判別精度を向上させることができるとともに、算出時間の短時間化を図ることができ、より効率的にボタン B の表裏および種類を判別することができる。

【0069】

さらには、各光源 9 によって順番にボタン B に照射光を照射して、カメラ 13 によって各光源 9 による照射光の照射毎に撮像するので、制御装置 15 は、各照射方向からの照射光毎の撮像画像を容易に取得することができ、これにより、判別工程の短時間化を図ることができ、より効率的にボタン B の表裏および種類を判別することができる。

10

【0070】

さらにまた、本実施形態によれば、固定したカメラ 13 によって各撮像画像を撮像するので、複数のカメラ 13 を用いて各照射方向からの照射毎の撮像画像を撮像する場合と比較して、撮像範囲の対応付けをする必要がなく、判別工程の短時間化を図ることができ、より効率的にボタン B の表裏および種類を判別することができる。

【0071】

続いて、本発明の第 2 の実施形態について、図 13 を用いて説明する。

【0072】

図 13 は、第 2 の実施形態に係るボタン認識装置 1 の腰部を示す概略側面図である。ここで、第 2 の実施形態において、第 1 の実施形態と同一の構成については詳述を省略し、同一の符号を用いて説明する。

20

【0073】

図 13 に示すように、第 2 の実施形態におけるボタン認識装置 1 は、ボタン B の上面に対して異なる照射方向から照射光を照射する位置に配置された 4 つ以上（第 2 の実施形態においては 5 つ）の光源 9 A、9 B、9 C、9 D、9 E（以下、符号 9 で総称する）を備えている。光源 9 の数は、ボタン B の上面の形状や表面特性等を考慮して決定する。

【0074】

次に、第 2 の実施形態に係るボタン認識装置 1 のボタン B 認識方法について説明する。

【0075】

制御装置 15 は、各光源 9 による照射方向からの照射光の照射毎に、カメラ 13 によってボタン B の上面を撮像し、撮像した各撮像画面を画像メモリ 22 に記憶する。そして、制御装置 15 は、画像処理プログラムに基づき、撮像対象となっているボタン B の上面の面法線ベクトル n を算出する。

30

【0076】

ここで、図 13 に示すように、カメラ 13 は、光源 9 B、9 C、9 D からボタン B の上面におけるある部分において反射した反射光については、光源 9 B、9 C、9 D、ボタン B の上面およびカメラ 13 の位置関係から、拡散反射成分のみを受光する。一方、カメラ 13 は、光源 9 A からボタン B の上面において反射した反射光については、光源 9 A、ボタン B の上面およびカメラ 13 の位置関係から、正反射成分のみを受光する。さらに、カメラ 13 は、光源 9 E からボタン B において反射した反射光については、キャストシャドウが発生して受光することができない。

40

【0077】

このとき、制御装置 15 は、正反射成分については、輝度の高さあるいは色彩により拡散成分と区別し、その光源 9 A の撮像画像における該当する画素の反射光データを面法線ベクトル n の算出に用いない。また、制御装置 15 は、所定のしきい値に達しない輝度の部分（暗い部分）については、反射光が受光されない光源 9 E として、その光源 9 E の撮像画像における該当する画素の反射光データを面法線ベクトル n の算出に用いない。しきい値は、ボタン B の上面の色彩等を考慮して設定する。

【0078】

50

そこで、制御装置 15 は、該当する画素については光源 9 B、9 C、9 D による照射方向の照射毎の撮像画像を用いて、面法線ベクトル n を算出する。

【0079】

そして、制御装置 15 は、算出した面法線ベクトル n と基準面法線ベクトルと比較し、ボタン B の表面が上方を向いているか、またはボタン B の裏面が上方を向いているまたはボタン B の種類が異なるかを判別する。そして、制御装置 15 は、ボタン B の表面が上方を向いていると判別した場合には、インターフェース (I/F) 19 を介してボタン位置修正装置 7 の搬送アーム 7 a を駆動してボタン B をミシン 2 に搬送するとともに、判別結果をミシン 2 の制御部 21 に出力する。次いで、ミシン 2 の制御部 21 は、ボタン B の表面が上方を向いているという判別結果を入力した場合には、搬送アーム 7 a によって搬送されたボタン B を用いてボタン B の縫いつけを行う。

10

【0080】

一方、制御装置 15 は、ボタン B の裏面が上方を向いていると判別した場合には、搬送アーム 7 a によって搬送されたボタン B を不図示の排除位置に搬送して排除する。

【0081】

第 2 の実施形態によれば、制御装置 15 は、拡散反射光のみを用いて面法線ベクトル n を算出することができるので、予め反射率を取得することなく面法線ベクトル n を算出することができる。

【0082】

また、制御装置 15 は、所定のしきい値以上の輝度の反射光データを用いて面法線ベクトル n を算出することができるので、より正確な面法線ベクトル n を算出することが可能となる。

20

【0083】

したがって、第 2 の実施形態のボタン認識装置 1 によれば、ボタン B の表裏および種類の判別精度の向上を図ることができ、この結果、ミシン 2 によって縫製物にボタン B を仕上がりよく縫い付けることができる。

【0084】

なお、本発明は前記両実施形態に限定されるものではなく、必要に応じて種々変更することが可能である。

【0085】

30

例えば、第 1 の実施形態におけるボタン認識装置 1 は、第 1 ボタン供給部 5、第 2 ボタン供給部 6 およびボタン位置修正装置 7 を備えたボタン供給装置 3 に設けられているが、これに限定されるものではない。

【0086】

また、前述の両実施形態においては、順番に各光源 9 による照射方向からの照射光の照射毎にボタン B の前面を撮像するものであるが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、各光源 9 として、R、G、B 等それぞれ異なる色彩の照射光を照射する光源 9 を用い、制御装置 15 は、各光源 9 によって同時にボタン B に照射光を照射した状態によってボタン B の上面を撮像し、撮像画像から各色彩の成分を抽出して各光源 9 による照射方向毎の撮像画像を取得してもよい。これにより、ボタン認識装置 1 は、複数の光源 9 による照射方向からの照射によって取得された各撮像画像を用いて全画素毎の面法線ベクトル n を求めることができ、これにより、ボタン B の 3 次元形状を求めることができる。また、各光源 9 によって同時にボタン B を照射した状態でボタン B の上面を撮像するので、ボタン B の認識のための時間を短縮することができ、より効率的にボタン B の表裏および種類を判別することができる。

40

【0087】

さらに、前述の両実施形態においては、複数の光源 9 を用いて複数の照射方向からの照射光毎の撮像画像を得るようになっていたが、本発明はこれに限定されず、予め複数の照射方向を決定し、各照射方向から照射光を照射するように 1 つの光源 9 を移動するようにしてもよい。

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 8 】

【図 1】本発明に係るボタン認識装置の一実施形態を備えたボタン供給装置およびミシンを示す概略斜視図

【図 2】図 1 のボタン供給装置における第 2 ボタン供給部およびボタン認識装置を示す概略平面図

【図 3】図 1 のボタン認識装置を示す概略斜視図

【図 4】図 1 のボタン認識装置を示す概略断面図

【図 5】図 1 のボタン認識装置の構成を示すブロック図

【図 6】ボタンと光源とカメラとの関係を示す概略側面図

10

【図 7】図 1 のボタン認識装置におけるボタン認識方法を示すフローチャート

【図 8】図 7 のボタン認識方法において面法線ベクトルの算出処理を示すフローチャート

【図 9】(a) ~ (c) は、ボタンにおける撮像対象を示す概略平面図

【図 1 0】図 1 の光源と 1 の画素との関係を示す X Y Z 軸座標

【図 1 1】図 1 の認識装置において偏光フィルタおよび拡散フィルタを装着した場合を示す概略側面図

【図 1 2】図 7 のボタン認識方法において面法線ベクトルの比較処理を示すフローチャート

【図 1 3】第 2 の実施形態におけるボタン認識装置のカメラとボタンと光源との関係を示す概略側面図

20

【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

1 ボタン認識装置

B ボタン

9 A、9 B、9 C 光源

1 0 照明装置

1 1 支持体

1 3 カメラ

1 5 制御装置

1 6 C P U

30

1 7 A / D コンバータ

1 8 カメラ制御部

1 9 インターフェース

2 0 光源制御部

2 1 制御部

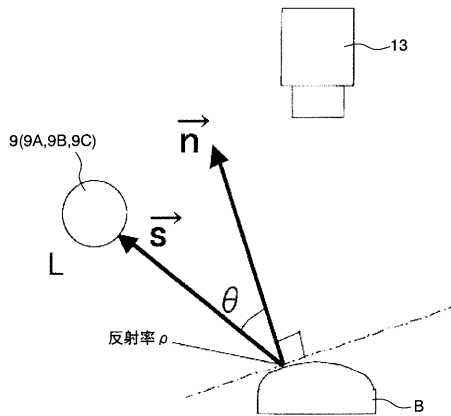
2 2 画像メモリ

2 3 データベースメモリ

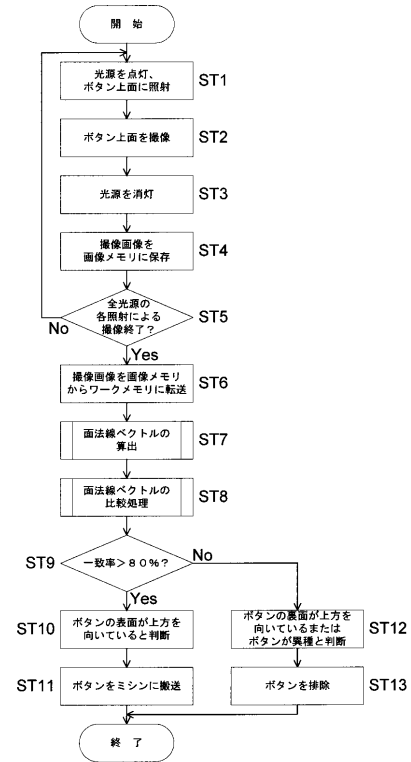
2 5 ワークメモリ

2 6 画像処理プログラムメモリ

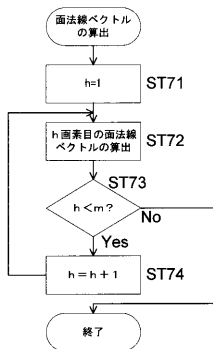
【図 6】



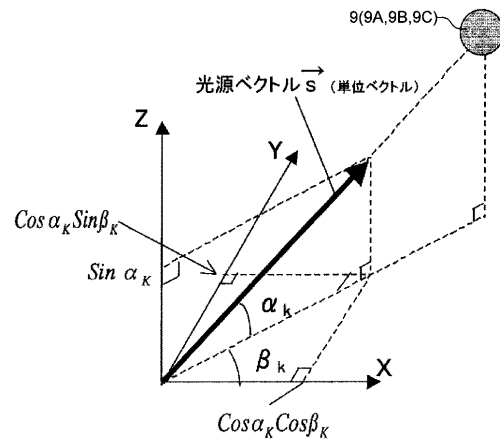
【図 7】



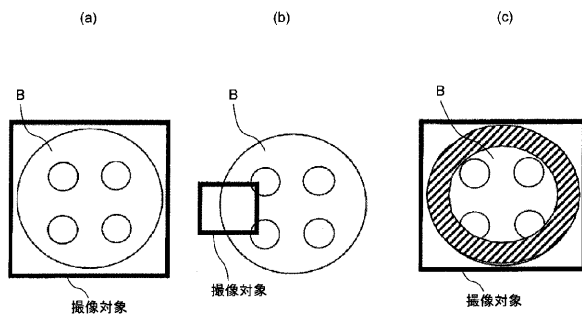
【図 8】



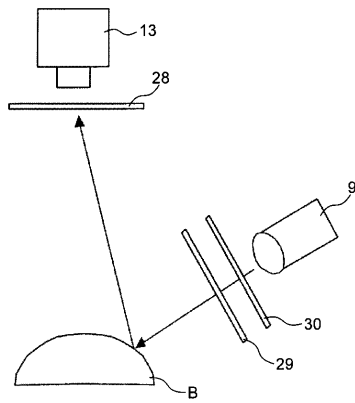
【図 10】



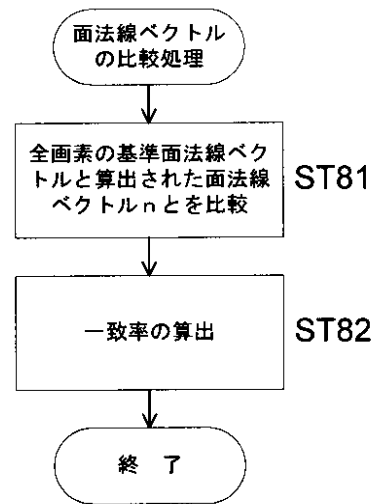
【図 9】



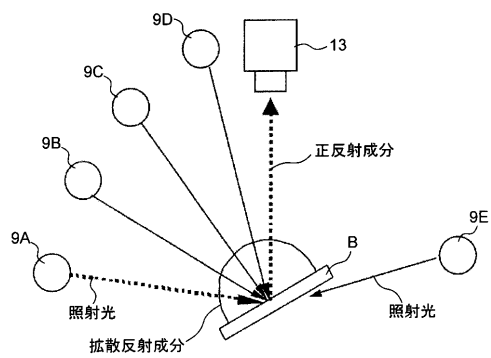
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100123858

弁理士 磯田 志郎

(74)代理人 100148068

弁理士 高橋 洋平

(72)発明者 山本 勇二

東京都調布市国領町 8 丁目 2 番地の 1 J U K I 株式会社内

(72)発明者 塚田 豊

東京都調布市国領町 8 丁目 2 番地の 1 J U K I 株式会社内

F ターム(参考) 2G051 AA01 AB20 BB01 CA04 CB01 CD01 DA07 DA08 EA12 EA14

EB01

3B150 AA23 BA06 CC07 CE27 EH01 EH09 EH15 EH17 GE29 LA45

LA46 LB01 NA41 NB13 QA06 QA07

5B057 AA02 BA02 CA01 CA08 CA12 CA16 CB13 CB16 CD14 DA12

DB02 DB06 DB09 DC08 DC33