

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年3月3日(03.03.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/024674 A1

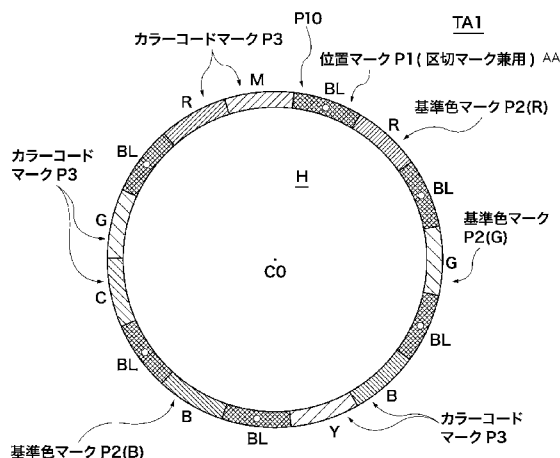
- (51) 国際特許分類:
G01C 15/06 (2006.01) G01B 11/245 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01) G01C 11/06 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/063881
- (22) 国際出願日: 2010年8月17日(17.08.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-200901 2009年8月31日(31.08.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社トプコン(TOPCON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 森山 拓哉(MORIYAMA, Takuya) [JP/JP]; 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP). 高地 伸夫(KOCHI, Nobuo) [JP/JP]; 〒1748580 東京都板橋区蓮沼町75番1号 株式会社トプコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮川 貞二, 外(MIYAGAWA, Teiji et al.); 〒1600005 東京都新宿区愛住町19番地 富士ビル6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: COLOR CODE TARGET, COLOR CODE IDENTIFICATION DEVICE, AND COLOR CODE IDENTIFICATION METHOD

(54) 発明の名称: カラーコードターゲット、カラーコード判別装置及びカラーコード判別方法

[図1]



P1 POSITION MARK
P2(R), P2(G), P2(B) REFERENCE COLOR MARK
P3 COLOR CODE MARK
AA (ALSO USED AS SEPARATION MARK)

(57) Abstract: Disclosed is a color code target that facilitates measurement of a reference position of the target, mark detection, and color code identification when an opening is formed at the center of the target. Specifically disclosed is a color code target (TA1) which comprises position mark portions including position marks (P1) for indicating measurement positions, reference color portions including reference color marks (P2) used as chromatic references, color code portions including color code marks (P3) for identifying the color code target (TA1), and mark separation portions including separation marks that separates the marks disposed in a plane. The position marks (P1), the reference color marks (P2), and the color code marks (P3) are annularly disposed along a circumference of a circle having a center at a reference position (CO). An opening (H) is formed at the reference position (CO). The separation marks are disposed so as to have a first predetermined number of the reference color marks (P2) interposed therebetween and so as to have a second predetermined number of the color code marks (P3) interposed therebetween.

(57) 要約:

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

中心に開孔を設ける場合に、ターゲットの基準位置の測定が容易であり、マークの検出及びカラーコードの判別が容易であるカラーコードターゲットを提供する。本発明のカラーコードターゲット T A 1 は、計測位置を示すための位置マーク P 1 からなる位置マーク部と、色彩の基準として用いる基準色マーク P 2 からなる基準色部と、当該カラーコードターゲット T A 1 を識別するためのカラーコードマーク P 3 からなるカラーコード部と、マーク間を区切る区切マークからなるマーク区切部とを面内に備え、位置マーク P 1 と基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 が、基準位置 C 0 を中心とする円周に沿って環状に配置され、基準位置 C 0 には開孔 H が設けられ、区切マークは、第 1 の所定数の基準色マーク P 2 を挟み、第 2 の所定数のカラーコードマーク P 3 を挟むように配置される。

明 細 書

発明の名称：

カラーコードターゲット、カラーコード判別装置及びカラーコード判別方法

技術分野

[0001] 本発明は、カラーコードターゲット、カラーコード判別装置及びカラーコード判別方法に関する。詳しくは、自他識別可能なカラーコードマークが環状に配置されたカラーコードターゲット、かかるカラーコードターゲットのカラーコード判別装置及びカラーコード判別方法に関する。

背景技術

[0002] カラーコードターゲットとは、三次元計測のために発明者達により提案されたターゲットで、面内に、計測位置を示すための位置マークと、ターゲットを識別するための色彩が施されたカラーコードマークとを備える。三次元計測に用いるターゲットを個々に識別できるようにし、これにより撮像から三次元計測までの工程の全自動化に寄与するようにしたものである（特許文献1参照）。また、カラーコードターゲットのカラーコードを判別するための装置及び方法も発明者達により提案された（特許文献2参照）。これらのカラーコードターゲット、カラーコード判別装置及びカラーコード判別方法は、ターゲットを個々に識別可能であるという特徴を活かして、様々な対象物の三次元計測に用いられてきた。特に広大な対象物、複雑な形状の対象物など、多数のターゲットを要する三次元計測において、コンピュータによる自動処理に適しており、効率の良い計測が可能となっている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2007-101277号公報（段落0024～0076、図1～図20）

特許文献2：特開2007-101276号公報（段落0027～0132、

図 1 ～ 図 3 0)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、科学や医療の分野ではプローブ位置を測定したい場合があり、例えば EEG（脳波：electroencephalogram）や fNIRS（機能的 NIRS：functional near-infrared spectroscopy）では検出用のプローブを被検者の頭部に多数取り付け、様々な刺激に対する脳波の反応や、脳機能の活性度分布等を測定する。その際に多数のプローブの位置を高精度に測定するために、個々のターゲットを識別できるカラーコードターゲットを使用したいのであるが、プローブの位置を避けてターゲットを配置する必要がある。そこで、ターゲットの中心にプローブを挿入可能な開孔を設け、その周囲に位置マーク及びカラーコードマークを配置することが考えられるが、その場合に、プローブの位置すなわちターゲットの中心（基準位置）をどのように計測するか、位置マーク及びカラーコードマークをどのように配置し、どのように検出すべきか等が未解決であった。

[0005] 本発明は、カラーコードターゲットの中心に開孔を設ける場合に、ターゲットの基準位置の測定が容易であり、位置マークとカラーコードマークの検出及びカラーコードの判別が容易であるカラーコードターゲットを提供することを目的とする。また、かかるカラーコードターゲットのカラーコードの判別に適するカラーコード判別装置及びカラーコード判別方法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

[0006] 上記課題を解決するために、本発明の第 1 の態様に係るカラーコードターゲット TA1 ～ TA3 は、例えば図 1 ～ 図 3 に示すように、計測位置を示すための位置マーク P1 からなる位置マーク部と、色彩の基準として用いる色彩が施された基準色マーク P2 からなる基準色部と、当該カラーコードターゲット TA1 ～ TA3 を識別するための色彩が施されたカラーコードマーク

P 3 からなるカラーコード部と、基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 の間、基準色マーク P 2 同士の間又はカラーコードマーク P 3 同士の間を区切る区切マークからなるマーク区切部とを面内に備え、位置マーク P 1 と基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 が、基準位置 C 0 を中心とする円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置され、基準位置 C 0 には開孔 H が設けられ、区切マークは、第 1 の所定数の基準色マーク P 2 を挟み、第 2 の所定数のカラーコードマーク P 3 を挟むように配置される。

[0007] ここにおいて、カラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 に含まれる位置マーク P 1、基準色マーク P 2、カラーコードマーク P 3 は単数でも複数でも良い。また、位置マーク P 1 は区切マークを兼用しても良い。また、位置マーク P 1 には典型的にはレトロターゲットを含むマークが用いられるが、位置（点）を特定できれば、テンプレートマーク等他のマークでも良い。基準色マーク P 2 には典型的には、赤（R）、緑（G）、青（B）の光三原色が使用されるが、色相差が均等であれば他の色彩でも良い。また、カラーコードマーク P 3 はそれぞれ色彩を有し、カラーコード部はこれを構成する単数又は複数のカラーコードマーク P 3 の色彩の配置（配列を含む）の差異により識別性を有する。カラーコードマーク P 3 の色彩には基準色マーク P 2 の色彩を含めるのが判別を容易、確実にするので好ましいが、その他の色彩だけを用いても良い。また、カラーコードマーク P 3 に使用する色彩の色相差を均等になるよう選択するのが使用する色彩間の差異を明確にする上で好ましい。また、各マークの円周方向の幅を同一にするとマーク検出のスキャン時間が同じになり、マークの位置を検出するのに便宜であるが、例えばマーク間の区切りを明確にできれば区切マークの幅を小さくしても良い。また、マークが環状に配置されとは、基準位置 C 0 の周りを円周方向に一周して配置されれば、円環状に限られず多角形環状に配置されても良い。また、円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置されたマークを連ねて構成される環をマークの環と称する。そして、開孔 H は典型的にはマークの環に内接して配置されるが、カラーコードターゲットはマークの環と開孔 H の間に内枠領

域を有しても良く、マークの環の外側に外枠領域を有しても良い。

[0008] 本態様のように構成すると、位置マーク P 1 が基準位置 C 0 を中心とする円周等に沿って環状に配置されるので、基準位置 C 0 を位置マーク P 1 を結ぶ円等の中心として容易に求めることができる。また、位置マーク P 1 としてレトロターゲットを含むマークを円環等上の定位置に所定の位置関係で配置することにより位置マーク P 1 の検出が容易になる。また、基準色マーク P 2 を用いてカラーコードマーク P 3 の色彩の判別を正確かつ容易にできる。また、区切マークを用いて基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 を区切り、それぞれを円環等上の定位置に配置することにより基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 の検出が容易になる。したがって、カラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 の中心に開孔 H を設ける場合に、ターゲットの基準位置 C 0 の測定が容易であり、位置マーク P 1 とカラーコードマーク P 3 の検出及びカラーコードの判別が容易であるカラーコードターゲットを提供することができる。

[0009] また、第 2 の態様に係るカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 は、第 1 の態様において、例えば図 1 ~ 図 3 に示すように、位置マーク P 1 は区切マークを兼ねる。

このように構成すると、区切マークを改めて設ける必要がなく、その分、位置マーク P 1、基準色マーク P 2 やカラーコードマーク P 3 を大きくでき、これらのマークを検出し易くなる。

[0010] また、第 3 の態様に係るカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 は、第 1 又は第 2 の態様において、例えば図 1 ~ 図 3 に示すように、第 1 の所定数は 1 であり、第 2 の所定数は 2 以上の定数である。

このように構成すると、区切マークに挟まれる基準色マーク数とカラーコードマーク数を異にすることにより、基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 を容易に区別できる。

[0011] また、第 4 の態様に係るカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 は、第 1 ないし第 3 のいずれかの態様において、例えば図 1 ~ 図 3 に示すように、カ

ラーコードマーク P 3 のマーク数とカラーコードに用いる色彩の数とが一致し、カラーコード部を構成する各カラーコードマーク P 3 の色彩が全て異なる。

このように構成すると、全てのコード色がカラーコードマーク P 3 に使用されるため、基準色マーク P 2 との比較のみで無く、各カラーコードマーク P 3 間で色彩を相対比較することにより、各マークの色彩を確認して識別コードを決定することができ、カラーコード判別の信頼性を上げることができる。

[0012] また、第 5 の態様に係るカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 は、第 1 ないし第 4 のいずれかの態様において、例えば図 1 ~ 図 3 に示すように、基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 は基準位置 C 0 に対して所定の位置関係に配置される。

ここにおいて、所定の位置関係とは典型的には基準位置 C 0 からの距離及び方向が一定の距離、一定の方向にあることをいう。本態様のように構成すると、基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 は円環等上の定位置に配置されるので、これらの検出が容易になる。

[0013] また、第 6 の態様に係るカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 は、第 1 ないし第 5 のいずれかの態様において、例えば図 1 ~ 図 3 に示すように、位置マーク P 1 は少なくとも 6 個で構成され、位置マーク P 1 の中心を結んで形成される三角形の中から、合同又は反転対称な 2 つの三角形を抽出できるように配置される。

ここにおいて、位置マークが 7 以上であっても、2 つの三角形を抽出できれば良い。本態様のように構成すると、位置マーク P 1 の中心（レトロターゲットの位置）を結ぶと合同又は反転対称な 2 つの三角形を抽出できるので、計測中のカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 において、三角形を形成した点が求めるべき位置マーク P 1 のレトロターゲットであるか否かを容易に判断できる。

[0014] また、第 7 の態様に係るカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 は、第 1

ないし第6のいずれかの態様において、例えば図1～図3に示すように、円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置されるマークの環は単数である。

このように構成すると、計測点が比較的少ない場合に（例えば720点以下）、構成が簡素なカラーコードターゲットを使用でき、マーク検出及びコード判別の処理が簡素になり、適切である。

[0015] また、第8の態様に係るカラーコードターゲットTA4～7は、第1ないし第6のいずれかの態様において、例えば図12～図15に示すように、円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置されるマークの環は複数であり、各マークの環はいずれも基準位置C0を中心とする。

このように構成すると、計測点が比較的多い場合に（例えば720点より多い）、識別可能なコード数を乗算的に増加でき（2重環の場合、第1の環のコード数がA、第2の環のコード数がBのとき、全体のコード数は $A \times B$ となる、3重環の場合は全体のコード数はさらに多くなる）、適切である。

[0016] また、第9の態様に係るカラーコードターゲットTA1～TA3は、第7又は第8の態様において、例えば図1～図3に示すように、1つのマークの環上に配置される位置マークP1と基準色マークP2とカラーコードマークP3は同じ形状及び寸法で統一されている。

このように構成すると、円環等上に配置される各マークの形状及び寸法が等しいので、各マークの検出が容易かつ確実になる。

[0017] また、第10の態様に係る1組のカラーコードターゲットは、第1ないし第9のいずれかの態様のカラーコードターゲットTAを複数組み合わせ構成される1組のカラーコードターゲットであって、各カラーコードターゲットTAは、位置マークP1、基準色マークP2及びカラーコードマークP3がマークの環上の同一位置に配置され、基準色マークP2の色彩の配置が同一であり、カラーコードマークP3の色彩の配置が全て異なるように構成される。

このように構成すると、1組のカラーコードターゲットを構成する各カラーコードターゲットTAは、カラーコードマークP3の色彩の配置のみが異

なるので、同一の処理手順でカラーコードの判別が可能であり、カラーコード判別処理の自動化に適している。なお、符号 T A は本発明に係るカラーコードターゲットを総称的に示す場合に使用される。

[0018] また、第 11 の態様に係るカラーコード判別装置 1 は、例えば図 6 に示すように、少なくとも異なる 2 方向から第 1 の態様に係るカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 の画像を取得するターゲット画像取得部 31 と、ターゲット画像取得部 31 で少なくとも異なる 2 方向から取得されたカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 の画像からそれぞれ位置マーク P 1 を順次検出する位置マーク検出部 51 と、位置マーク検出部 51 でそれぞれ順次検出された位置マーク P 1 の配置からカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 の基準位置 C 0 を求める基準位置算定部 63 と、基準位置算定部 63 で求められた基準位置 C 0 を中心とする円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置されたマークを順次検出するマーク配置検出部 72 と、マーク配置検出部 72 で検出されたマークの環から基準色マーク P 2 を順次抽出する基準色マーク抽出部 73 と、マーク配置検出部 72 で検出されたマークの環からカラーコードマーク P 3 を順次抽出するカラーコードマーク抽出部 74 と、基準色マーク抽出部 73 で抽出された各基準色マーク P 2 の色彩とカラーコードマーク抽出部 74 で抽出された各カラーコードマーク P 3 の色彩を比較して、カラーコードマーク P 3 の色彩の配置からカラーコードを判別するカラーコード判別部 75 と、基準位置算定部 63 で求められた基準位置 C 0 とカラーコード判別部 75 で判別されたカラーコードとを対応付けて記憶するカラーコード記憶部 85 とを備える。

[0019] ここにおいて、マークの環から順次抽出するとは、マークの環の指定された又は設計で定められた位置から配列順に抽出することをいう。また、色彩の比較は典型的には光三原色の検出光の強度比で比較するが、スペクトルを比較しても良い。本態様のように構成すると、位置マーク検出部 51 にて基準位置 C 0 を中心とする円周等に沿って環状に配置された位置マーク P 1 を検出し、基準位置算定部 63 にて位置マーク P 1 から基準位置 C 0 を求める

ので、基準位置C0を位置マークP1を結ぶ円等の中心として容易に求めることができる。また、基準色マーク抽出部73及びカラーコードマーク抽出部74にて環状に配置された基準色マークP2及びカラーコードマークP3を抽出し、カラーコード判別部75にてこれらのマークの色彩を比較してカラーコードを判別するので、カラーコードを正確かつ容易に判別することができる。したがって、本発明に係るカラーコードターゲットTAのカラーコードの判別に適したカラーコード判別装置を提供することができる。

[0020] また、第12の態様に係るカラーコード判別装置1は、第11の態様において、例えば図6に示すように、位置マーク検出部51で順次検出された位置マークP1の配置に基づいてマーク配置検出部72で環状に配置されたマークを検出する起点を求める起点算定部71を備え、マーク配置検出部72は起点算定部71で求められた起点からマークを順次検出する。

このように構成すると、マーク検出の起点と順序を容易に決められ、効率的なマーク検出ができる。また、この起点はカラーコードマークの配列の起点としても使用できる。

[0021] また、第13の態様に係るカラーコード判別方法は、例えば図7に示すように、少なくとも異なる2方向から第1の態様に係るカラーコードターゲットの画像を取得するターゲット画像取得工程(S100)と、ターゲット画像取得工程(S100)で少なくとも異なる2方向から取得されたカラーコードターゲットTA1～TA3の画像からそれぞれ位置マークP1を順次検出する位置マーク検出工程(S110)と、位置マーク検出工程(S110)でそれぞれ順次検出された位置マークP1の配置からカラーコードターゲットTA1～TA3の基準位置C0を求める基準位置算定工程(S120)と、基準位置算定工程(S120)で求められた基準位置C0を中心とする円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置されたマークを順次検出するマーク配置検出工程(S140)と、マーク配置検出工程(S140)で検出されたマークの環から各基準色マークP2を順次抽出する基準色マーク抽出工程(S150)と、マーク配置検出工程(S140)で検出されたマーク

の環からカラーコードマーク P 3 を順次抽出するカラーコードマーク抽出工程 (S 1 6 0) と、基準色マーク抽出工程 (S 1 5 0) で抽出された各基準色マーク P 2 の色彩とカラーコードマーク抽出工程 (S 1 6 0) で抽出された各カラーコードマーク P 3 の色彩を比較して、カラーコードマーク P 3 の色彩の配置からカラーコードを判別するカラーコード判別工程 (S 1 7 0) と、基準位置算定工程 (S 1 2 0) で求められた基準位置 C 0 とカラーコード判別工程 (S 1 7 0) で判別されたカラーコードとを対応付けて記憶するカラーコード記憶工程 (S 1 8 0) とを備える。

[0022] 本態様のように構成すると、位置マーク検出工程 (S 1 1 0) にて基準位置 C 0 を中心とする円周等に沿って環状に配置された位置マーク P 1 を検出し、基準位置算定工程 (S 1 2 0) にて位置マークから基準位置 C 0 を求めるので、基準位置 C 0 を位置マーク P 1 を結ぶ円等の中心として容易に求めることができる。また、基準色マーク抽出工程 (S 1 5 0) 及びカラーコードマーク抽出工程 (S 1 6 0) にて環状に配置された基準色マーク P 2 及びカラーコードマーク P 3 を抽出し、カラーコード判別工程 (S 1 7 0) にてこれらのマークの色彩を比較してカラーコードを判別するので、カラーコードを正確かつ容易に判別することができる。したがって、本発明に係るカラーコードターゲット T A のカラーコードの判別に適したカラーコード判別方法を提供することができる。

[0023] また、第 1 4 の態様に係るカラーコード判別方法は、第 1 3 の態様において、例えば図 7 に示すように、位置マーク検出工程で順次検出された位置マーク P 1 の配置に基づいてマーク配置検出工程 (S 1 4 0) で環状に配置されたマークを検出する起点を求める起点算定工程 (S 1 3 0) を備え、マーク配置検出工程 (S 1 4 0) は起点算定工程 (S 1 3 0) で求められた起点からマークを順次検出する。

このように構成すると、マーク検出の起点と順序を容易に決められ、効率的なマーク検出ができる。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、カラーコードターゲットの中心に開孔を設ける場合に、ターゲットの基準位置の測定が容易であり、位置マークとカラーコードマークの検出及びカラーコードの判別が容易であるカラーコードターゲットを提供できる。また、かかるカラーコードターゲットのカラーコードの判別に適するカラーコード判別装置及びカラーコード判別方法を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0025] [図1]実施例1におけるカラーコードターゲットTA1の例を示す図である。
[図2]実施例1におけるカラーコードターゲットTA2の例を示す図である。
[図3]実施例1におけるカラーコードターゲットTA3の例を示す図である。
[図4]カラーコードターゲットの基準位置と位置マークとの関係を示す図である。
[図5]各位置マーク間の位置関係を示す図である。
[図6]カラーコード判別装置の構成例を示す図である。
[図7]カラーコード判別方法の処理フロー例を示す図である。
[図8]レトロターゲットを用いた重心位置検出の説明図である。
[図9]カラーコードターゲットのマーク配置検出を主とした処理フロー例を示す図である。
[図10]DLT法による位置マークの確認を説明するための図である。
[図11]相互標定を説明するための図である。
[図12]実施例2におけるカラーコードターゲットTA4の例を示す図である。
。
[図13]実施例3におけるカラーコードターゲットTA5の例を示す図である。
。
[図14]実施例4におけるカラーコードターゲットTA6の例を示す図である。
。
[図15]実施例5におけるカラーコードターゲットTA7の例を示す図である。
。

発明を実施するための形態

[0026] この出願は、日本国で2009年8月31日に出願された特願2009-200901号に基づいており、その内容は本出願の内容として、その一部を形成する。本発明は以下の詳細な説明によりさらに完全に理解できるであろう。本発明のさらなる応用範囲は、以下の詳細な説明により明らかとなる。しかしながら、詳細な説明及び特定の実例は、本発明の望ましい実施の形態であり、説明の目的のためにのみ記載されているものである。この詳細な説明から、種々の変更、改変が、本発明の精神と範囲内で、当業者にとって明らかであるからである。出願人は、記載された実施の形態のいずれをも公衆に献上する意図はなく、改変、代替案のうち、特許請求の範囲内に文言上含まれないかもしれないものも、均等論下での発明の一部とする。

[0027] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。尚、各図において、互いに同一又は相当する部分には同一符号を付し、重複した説明は省略する。

実施例 1

[0028] [カラーコードターゲット]

図1～図3に実施例1におけるカラーコードターゲットTA1～TA3の例を示す。本実施例では、形状が円形のターゲットであり、基準位置C0である中心には基準位置C0を中心とする円形の開孔Hが開けられ、基準位置C0を中心とする円周に沿って位置マークP1、基準色マークP2、カラーコードマークP3が環状に配置される例を説明する。図1～図3は円周に沿って環状に配置されるマークの半径方向の幅が異なるが、マークの配置は同じである。環（リング）の幅は、図1が小、図2が中、図3が大である。また、位置マークP1、基準色マークP2、カラーコードマークP3が基準位置C0を中心とする円周に沿って環状（リング状）に配置されている。円周に沿って環状に配置されるマークを連ねて形成される環をマークの環（リング）（単に円環ともいう）と称する。また、マークがこのように環状に配置されているカラーコードターゲットTA1～TA3をリングカラーターゲットと称する。位置マークP1は計測位置を示すマーク、基準色マークP2は

色彩の基準として用いる色彩が施されたマーク、カラーコードマーク P 3 はターゲットを識別するための色彩が施されたマークである。また、区切マークは基準色マークとカラーコードマークの間、基準色マーク同士の間又はカラーコードマーク同士の間を区切るマークである。この例では位置マーク P 1 が区切マークを兼ねている。また、この例では第 1 の所定数が 1、第 2 の所定数が 2 の場合を示す。

[0029] マークの環の内径は孔に挿入するプローブ等の外径により定まり、プローブにより様々である。また、マークの環の外径も内径に対応して様々である。また円環については、円周に沿って配置される各マークを充分認識できるようにマークの環の幅をとることが好ましく、例えば幅 1 ～ 100 mm とする。例えば、図 1 の例として、円環の外径 50 mm、内径 45 mm、図 2 の例として、円環の外径 60 mm、内径 40 mm、図 3 の例として、円環の外径 60 mm、内径 25 mm が挙げられる。なお、図 2、図 3 では円環の近傍に円の中心に向かう複数の線分マーク又は十字マーク（無くても良い）が見られるが、これは中心を見付け易くするためのものである。

[0030] 位置マーク部は単数又は複数の位置マーク P 1 により構成される。位置マーク P 1 は計測位置を示すためのマークである。本実施例では、円形の開孔 H が基準位置 C 0 である円の中心に配置され、位置マーク P 1、基準色マーク P 2、カラーコードマーク P 3 が基準位置 C 0 を中心とする円周に沿って環状（リング状）に配置されている。位置マーク P 1 には、黒（図中 B L で示す）地のマークの中心（円周方向には対称線上で半径方向には内径と外径の間）に小型で円形の再帰反射機能を有するターゲット（レトロターゲット）が設けられている。小型のレトロターゲットは位置検出を可能にするため、或る程度以上の寸法とすることが好ましく、例えば外径をマークの環の半径方向の幅の半分程度とする。本実施例では、位置マーク P 1 は区切マークを兼ねている。黒地とするのは、レトロターゲットとの差異を明確にして位置検出を容易にするため、また、区切マークとして、単数又は複数のマーク間の区切を明確にするためである。位置マーク P 1 は 6 個あり、開孔 H の

上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 1, 3, 5, 8, 10, 13 番目に配置されている。本実施例では、位置マーク P 1 がレトロターゲットを含む例を説明するが、レトロターゲットに代えて、黒地に白の塗装で形成された小型で円形の白色のマークを用いてもよい。

[0031] 図 4 にカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 の基準位置 C 0 と位置マーク P 1 との関係を示す。位置マーク P 1、基準色マーク P 2、カラーコードマーク P 3 が基準位置 C 0 を中心とする円周に沿って環状（リング状）に配置されている。円の中心には開孔 H がある。基準位置 C 0 は、これらのマークを含む平面上で、円の中心に位置する。

[0032] 図 5 に各位置マーク P 1 間の位置関係を示す。開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 1, 3, 13 番目のマークのレトロターゲットの中心を結ぶ第 1 の三角形 T 1 と、開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 5, 8, 10 番目のマークのレトロターゲットの中心を結ぶ第 2 の三角形 T 2 が形成されている。第 1 の三角形 T 1 と第 2 の三角形 T 2 の形状は合同であり、第 1 の三角形 T 1 の最長辺と第 2 の三角形 T 2 の最長辺とはマークの環を上下半分に仕切る直線（水平方向の直径）に対して向かい合うように配置されている。したがって、位置マーク P 1 の検出に際して、かかる関係の 2 つの三角形 T 1, T 2 を見出すことにより、検出が容易になる。なお、合同な三角形の代わりに反転対称の三角形を用いても良い。各位置マーク P 1 は基準位置 C 0 に対して所定の位置関係（一定の距離、一定の方向）に配置される。したがって、第 1 の三角形 T 1（頂点、辺）と第 2 の三角形 T 2（頂点、辺）との位置関係（距離と方向）も一定になる。

[0033] 円環（リング）上に 6 個の位置マーク P 1 が配置されている。これにより、単写真標定又は DLT（Direct Linear Transformation）法、又は DLT 法とバンドル調整を併用した方法を用いて、撮影画像上の多数の候補点から円環（リング）上の 6 点（位置マーク P 1 の中心点）を高精度に検出することができる。これらの 6 点のうち、上側の 3

点で第1の三角形T1が、下側の3点で第2の三角形T2が形成され、第1の三角形T1と第2の三角形T2の形状は合同であり、第1の三角形T1の最長辺と第2の三角形T2の最長辺とは向かい合うように配置されている。このため、6点を一括探索するより、上側の3点と下側の3点に分割して探索すると、1つの三角形を探索するだけで良く、効率的な探索ができる。例えば、候補点が10の場合、6点を一括探索すると、最大100,000通りから2つの三角形を探索することになるが、3点・3点に分割して探索すると、最大1000通りから1つの三角形の探索を行ない、その後これに対応する三角形を探索すれば良い。対応する三角形の形状は合同であり、両者の最長辺は向かい合っているため、その探索の候補点はかなり絞られ、効率良く探索できる。標定とDLT法については後述する。

[0034] 基準色部は単数又は複数の基準色マークP2により構成される。基準色マークP2は色彩の基準として用いる色彩が施されたマークであり、本実施例では、赤（図中Rで示す）、緑（図中Gで示す）、青（図中Bで示す）の3色が使用されている。また、ここでは、両側を位置マーク（区切マーク）P1で挟まれており、開孔Hの上方に位置する位置マークP10を1番目として時計回りに数えて2, 4, 9番目に配置されている。基準色マークP2は、照明やカメラ等の撮影条件による色のズレに対応するために、相対比較時の参照用、色ズレを補正するためのカラーキャリブレーション用として使用される。さらに、基準色マークP2は、簡易な方法で作成されたカラーコードターゲットの色彩補正用として使用できる。例えば、色管理がなされていないカラープリンター（インクジェット・レーザー・昇華型等のプリンタ）で印刷したカラーコードターゲットを使用する場合は、使用プリンタ等で色彩に個体差が出るが、基準色マークP2とカラーコードマークP3の色を相対比較し補正することで、個体差の影響を抑えることができる。このように、基準色マークP2の色彩はカラーコードマークP3の色彩の補正の他に、測定対象物2の色彩の補正にも使用できる。

[0035] カラーコード部は単数又は複数のカラーコードマークP3により構成され

る。カラーコードマーク P 3 はターゲットを識別するための色彩が施されたマークであり、本実施例では、赤（図中 R で示す）、緑（図中 G で示す）、青（図中 B で示す）、黄（図中 Y で示す）、シアン（図中 C で示す）、マゼンタ（図中 M で示す）の 6 色が使用されている。また、それぞれ 2 個のカラーコードマーク P 3 がその両側を位置マーク（区切マーク）P 1 で挟まれており、開孔 H の上方に位置する位置マーク P 10 を 1 番目として時計回りに数えて 6, 7 番目、11, 12 番目、14, 15 番目に配置されている。カラーコードマーク部は、これを構成する各カラーコードマークの配色の組み合わせによってコードを表現する。コードに使用するコード色の数により表現可能なコード数が増える。例えば、コード色数が n の場合、カラーコードターゲット T A では、カラーコードマーク P 3 が n 個のとき、 n^n 通りのコードを表せる。信頼度を上げるため、他の単位マークに使用されている色を重複して使用しないという条件を課した場合でも、 $n!$ 通りのコードを表せる。そして、コード色数を増やせばコード数を増加できる。さらに、カラーコードマーク P 3 の数とコード色数を等しくするという条件を課すと、全てのコード色がカラーコードマーク P 3 に使用されるため、基準色マーク P 2 との比較のみで無く、カラーコードマーク P 3 間で色を相対比較することにより、各カラーコードマーク P 3 の色彩を確認して識別コードを決定することができ、信頼性を上げることができる。さらに、各カラーコードマーク P 3 の面積を全て同じにする条件を追加すると、カラーコードターゲット T A を画像中から検出する際にも有益である。これは、異なる識別コードをもつカラーコードターゲット間でも各色の占有する面積が同じになるため、カラーコードターゲット T A 全体からの検出光からはほぼ同様な分散値が得られるからである。また、カラーコードマーク P 3 間の境界は等間隔に繰り返され、明確な色彩差が検出されるので、このような検出光の繰り返しからもカラーコードターゲット T A を画像中から検出することが可能である。

[0036] マーク区切部は複数の区切マークにより構成される。区切マークは基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 の間、基準色マーク P 2 同士の間又は

カラーコードマーク P 3 同士の間を区切るマークである。本実施例では、区切マークは位置マーク P 1 を兼ねている。中心にレトロターゲットを有し、黒（図中 B L で示す）地である。また、各基準色マーク P 2 は両側を区切マーク P 1 で挟まれており、また、それぞれ 2 個のカラーコードマーク P 3 がその両側を区切マーク P 1 で挟まれており、結果として、第 1 の所定数は 1、第 2 の所定数は 2 になっている。区切マーク P 1 は開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 1, 3, 5, 8, 10, 13 番目に配置されている。開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 1, 5, 8, 10 番目の区切マークが、基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 の間を区切るマークに、3 番目の区切マークが基準色マーク P 2 同士の間を区切るマークに、13 番目の区切マークがカラーコードマーク P 3 同士の間を区切るマークになっている。

[0037] かかるカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 で 1 組のカラーコードターゲットを構成する場合、各カラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 について、同一の形状・寸法のターゲットが用いられる。また、中心に開孔 H が設けられ、位置マーク P 1、基準色マーク P 2、カラーコードマーク P 3 が円周に沿って環状に配置されるマークの環上の同一位置に配置される。また、基準色マーク P 2 のカラー配置は同じであり、カラーコードマーク P 3 のカラー配置の組み合わせが全て異なるように構成される。n = 6 の場合には 1 組は 720 個の異なるカラーコードターゲット T A を有する。これにより、ターゲットを識別可能であるという特徴を活かして、プローブなどを挿入できる開孔を有するターゲットで、多数のターゲットを要する三次元計測において、コンピュータによる自動処理に適し、効率の良い計測が可能となる。

[0038] [カラーコード判別装置]

図 6 にカラーコード判別装置 1 の構成例を示す。カラーコード判別装置 1 は、例えば、測定対象物 2 を撮影する撮影部 3、撮影画像や画像処理した画像を表示したり、入出力操作を行う入出力部 4、撮影画像から測定対象物 2 の特徴点を抽出する特徴抽出部 5、測定対象物 2 の三次元位置や形状を測定

する三次元位置計測部 6、撮影画像に種々の画像処理を行う画像処理部 7、撮影画像、マーク、計測位置等を記憶する記憶部 8、カラーコード判別装置 1 及びその各部を制御して、カラーコード判別装置 1 として機能させる制御部 9 により構成される。このうち、特徴抽出部 5、三次元位置計測部 6、画像処理部 7、制御部 9 はパーソナルコンピュータ PC 10 の機能を用いて実現でき、PC 10 内に構成される。

[0039] 撮影部 3 は、測定対象物 2 を撮影するためのステレオカメラ又は単カメラ等を有し、また、撮影画像からカラーコードターゲット TA 1 ~ TA 3 の画像を取得するターゲット画像取得部 3 1 を有する。本実施例ではターゲット画像取得部 3 1 は少なくとも異なる 2 方向からの画像を取得する。入出力部 4 は、画像や操作画面を表示する表示部 4 1、プリンタやスピーカ等を有する出力部 4 2、マウスやキーボード等を有する入力部 4 3 を有する。特徴抽出部 5 は、ターゲット画像取得部 3 1 で取得されたカラーコードターゲット TA 1 ~ TA 3 の画像から位置マーク P 1 を順次検出する位置マーク検出部 5 1、撮影画像から三次元計測のための特徴点を抽出する特徴点抽出部 5 2 を有する。本実施例では位置マーク検出部 5 1 は少なくとも異なる 2 方向から取得された画像からそれぞれ位置マーク P 1 を順次検出する。特徴点には、例えば測定対象物 2 の中心位置、コーナー位置、他と異なる特徴を有する位置、測定対象物 2 に貼付された又は投影されたターゲットなどが含まれる。したがって、位置マーク P 1 も特徴点の 1 つとして扱うことができるが、ここでは、位置マーク検出部 5 1 を特定の処理を行うものとして区別した。したがって、特徴点抽出部 5 2 は、カラーコードターゲット以外のもの、例えば測定対象物 2 における三次元計測用の特徴点の抽出を行うものである。三次元計測部 6 は、ステレオペアとなる撮影画像から一方の画像（基準画像）における特徴点に対応する対応点を他方の画像（探索画像）内で探索する（カラーコードターゲットの場合は、識別されたカラーコードに基づいて同一対応点（位置マーク P 1 のレトロターゲット等）を探索する）対応点探索部 6 1、ステレオペアとなる撮影画像のカメラの位置と傾きを求める標定部

62、位置マーク検出部51でそれぞれ順次検出された位置マークP1の配置からカラーコードターゲットTA1～TA3の基準位置C0の三次元座標を求める基準位置算定部63、対応点探索部61で対応付けされた特徴点（対応点）やカメラ位置の三次元座標を求める三次元座標演算部64を有する。位置マークも特徴点（計測点）に含めて扱うことも可能であるが、ここでは基準位置算定部63を基準位置C0の三次元座標を求めるものとして区別した。

[0040] 画像処理部7は、マークを検出する起点を求める起点算定部71、基準位置算定部63で求められた基準位置C0を中心とする円周に沿って環状に配置されたマークを順次検出するマーク配置検出部72、マーク配置検出部72で検出されたマークの環から各基準色マークP2を順次抽出する基準色マーク抽出部73、マーク配置検出部72で検出されたマークの環からカラーコードマークP3を順次抽出するカラーコードマーク抽出部74、基準色マーク抽出部73で抽出された各基準色マークP2の色彩とカラーコードマーク抽出部74で抽出された各カラーコードマークP3の色彩を比較して、カラーコードマークP3の色彩の配置からカラーコードを判別するカラーコード判別部75を有する。記憶部8は、撮影画像を記憶する撮影画像記憶部81、基準位置C0及び計測点（位置マークP1のレトロターゲットの中心を含む）の三次元位置座標を記憶する三次元位置記憶部82、基準色マーク抽出部73で順次抽出された各基準色マークP2の色彩データを記憶する基準色マーク記憶部83、カラーコードマーク抽出部74で順次抽出された各カラーコードマークP3の色彩データを記憶するカラーコードマーク記憶部84、基準位置算定部63で求められた基準位置C0とカラーコード判別部75で判別されたカラーコードP3とを対応付けて記憶するカラーコード記憶部85を有する。カラーコード判別部75では、色彩データと各基準色及び各カラーコード色の単色コードとの対応関係を記録する色彩コード対応表を有し、また、使用が予定される複数種類のカラーコードターゲットTAについて、カラーコードターゲットTAの種別を示す種別コード番号を記録し

、さらに、各種のカラーコードターゲットTAについて、マーク配置（色彩の配列、すなわち単色コードの配列）とターゲットのコード番号の対応関係を記録するカラーコードターゲット対応表を有し、カラーコードの判別を使用する。

[0041] 〔カラーコード判別処理フロー〕

図7にカラーコードターゲットTA1～TA3のカラーコード判別方法の処理フロー例（概要）を示す。まず、ターゲット画像取得部31にて、カラーコードターゲットTA1～TA3の画像を取得する（ターゲット画像取得工程：S100）。本実施例では少なくとも異なる2方向からの画像を取得する。次に、位置マーク検出部51にて、ターゲット画像取得工程（S100）で取得されたカラーコードターゲットTA1～TA3の画像から位置マークP1を順次検出する（位置マーク検出工程：S110）。本実施例では少なくとも異なる2方向から取得された画像からそれぞれ位置マークP1を順次検出する。次に、基準位置算定部63にて、位置マーク検出工程（S110）でそれぞれ順次検出された位置マークP1の配置からカラーコードターゲットTA1～TA3の基準位置C0を求める（基準位置算定工程：S120）。次に、起点算定部71にて、位置マークP1の配置からマークを検出する起点を求める（起点算定工程：S130）。次に、マーク配置検出部72にて、基準位置算定工程（S120）で求められた基準位置C0を中心とする円周に沿って環状に配置されたマークを起点から順次検出する（マーク配置検出工程：S140）。次に、基準色マーク抽出部73にて、マーク配置検出工程（S140）で検出されたマークの環から基準色マークP2を順次抽出し（基準色マーク抽出工程：S150）、基準色マーク記憶部83にて、順次抽出された各基準色マークP2の色彩データを記憶する（基準色マーク記憶工程：S155）。次に、カラーコードマーク抽出部74にて、マーク配置検出工程（S140）で検出されたマークの環からカラーコードマークP3を順次抽出し（カラーコードマーク抽出工程：S160）、カラーコードマーク記憶部84にて、順次抽出された各カラーコードマークP3

の色彩データを記憶する（カラーコードマーク記憶工程：S 1 6 5）。次に、カラーコード判別部 7 5 にて、基準色マーク抽出工程（S 1 5 0）で抽出された基準色マーク P 2 の色彩とカラーコードマーク抽出工程（S 1 6 0）で順次抽出されたカラーコードマーク P 3 の色彩を比較してカラーコードマーク P 3 の色彩の配置からカラーコードを判別する（カラーコード判別工程：S 1 7 0）。次に、カラーコード記憶部 8 5 にて、基準位置算定工程（S 1 2 0）で求められた基準位置 C 0 とカラーコード判別工程（S 1 7 0）で判別されたカラーコードとを対応付けて記憶する（カラーコード記憶工程：S 1 8 0）。

[0042] 以下、フローの詳細について説明する。位置マーク検出工程（S 1 1 0）では、円環上に配置された 6 個の位置マーク P 1 を探索して検出する。位置マーク P 1 には中心にレトロターゲット又は白色のターゲットが使用されている。なお、カラーコードターゲット T A のカラーコード部 P 3 には多数のコード色が使用され、色の分散値が大であるという特徴があるので、カラーコード部 P 3 の分散値の大きい箇所を画像中から見出すことにより、カラーコードターゲット T A を検出できる。その後、カラーコードターゲット T A の範囲で位置マーク P 1 のレトロターゲットを検出しても良い。基準位置マーク算定工程（S 1 2 0）では、位置マーク検出工程（S 1 1 0）で順次検出された位置マークの配置からカラーコードターゲット T A 1 ～ T A 3 の基準位置 C 0 を求める。

[0043] 図 8 はレトロターゲットを用いた重心位置検出の説明図である。ただし、レトロターゲットでなく、黒地に白の塗装で形成した白色円形のターゲットでも処理は同様である。本実施例ではレトロターゲットは 2 つの同心円で形成されているが、外側が必ずしも円でなくとも良い。図 8（A 1）は同心円のうち小円の内側である内円部 2 0 4 の明度が明るく、小円と大円との間に形成された円環状の部分である外円部 2 0 6 の明度が暗いレトロターゲット 2 0 0、図 8（A 2）は（A 1）のレトロターゲット 2 0 0 の直径方向の明度分布図、図 8（B 1）は内円部 2 0 4 の明度が暗く、外円部 2 0 6 の明度

が明るいレトロターゲット200、図8（B2）は（B1）のレトロターゲット200の直径方向の明度分布図を示している。レトロターゲットが図8（A1）のように内円部204の明度が明るい場合は、測定対象物2の撮影画像において重心位置での反射光量が多く明るい部分になっているため、画像の光量分布が図8（A2）のようになり、光量分布の閾値 T_0 からレトロターゲットの内円部204や中心位置を求めることが可能となる。なお、2つの同心円の中心に中心位置を示す小円が設けられているので、明度分布図の中央に小さいディップが生じている。レトロターゲットを使用すると、反射光量が大きく検出し易いという利点がある。白色円形のターゲットでは製作が容易である。

[0044] ターゲットの存在範囲が決定されると、例えばモーメント法によって重心位置を算出する。例えば、図8（A1）に表記されたレトロターゲット200の平面座標を（ x ， y ）とする。そして、レトロターゲット200の明度が、しきい値 T_0 以上の x 、 y 方向の点について、（式1）、（式2）を演算する（*は乗算演算子）。

$$x_g = \{ \sum x * f(x, y) \} / \sum f(x, y) \quad \text{----- (式1)}$$

$$y_g = \{ \sum y * f(x, y) \} / \sum f(x, y) \quad \text{----- (式2)}$$

（ x_g ， y_g ）：重心位置の座標、 $f(x, y)$ ：（ x ， y ）座標上の濃度値

なお、図8（B1）に表記されたレトロターゲット200の場合は、明度がしきい値 T_0 以下の x 、 y 方向の点について、（式1）、（式2）を演算する。これにより、レトロターゲット200の重心位置すなわち、カラーコードターゲットTAの基準位置C0が求まる。

[0045] なお、三次元位置座標を得るには、少なくとも2方向から撮影した画像をステレオペアとして、特徴抽出部5で特徴点抽出（ここでは位置マークP1検出）を行い、カラーコード判別部75での判別結果を用いて、対応点探索部61で識別されたコードの対応点（位置マークP1のレトロターゲット等）を求め、標定部62で標定によりカメラの位置と傾きを求め、三次元位置

演算部 6 4（ここでは基準位置算定部 6 3）で三次元位置座標を求める。三次元位置座標の算出には典型的にはステレオ法が用いられる。カラーコードでない特徴点の三次元位置座標を得るには、ステレオカメラで撮影した画像を用いるか、少なくとも 2 方向から撮影した画像をステレオペアとして、特徴抽出部 5 で特徴点抽出を行い、対応点探索部 6 1 で対応点探索を行い、標定部 6 2 で標定によりカメラの位置と傾きを求め、三次元位置演算部 6 4 で三次元位置座標を求める。

[0046] 図 9 にカラーコードターゲットのマーク配置検出を主とした処理フロー例を示す。また、マーク配置検出について図 5 を参照されたい。また、図 7 を適時参照されたい。まず、カラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 の位置マーク P 1 の候補を全てを検出する（S 2 1 0）。位置マーク P 1 の座標は中心の小型円形のレトロターゲットで検出する。但し本実施例では、1 つのカラーコードターゲット T A の範囲に限定されず、計測した全ての範囲について検出する。この工程は位置マーク検出工程（S 1 1 0）に該当する。この工程の詳細は図 8 で説明したようである。次に、（S 2 1 0）で検出した位置マークの候補から三角形（第 1 の三角形 T 1 及び第 2 の三角形 T 2 の候補）を全て検出する（S 2 2 0）。この際に、検出された位置マークの候補を結線して形成された三角形の辺の長さや 2 辺のなす角度から、求めるべき三角形（第 1 の三角形 T 1 及び第 2 の三角形 T 2）の候補にそぐわないものは排除する。三角形の辺の長さ、2 辺のなす角度から求めるべき三角形（第 1 の三角形 T 1 又は第 2 の三角形 T 2）の候補と見なすことができれば、第 1 の三角形 T 1 又は第 2 の三角形 T 2 の候補と決定する。続いて、（S 2 2 0）で検出した三角形（T 1, T 2 の候補）から、対応する三角形（形状が合同であり、互いの最長辺が向かい合う関係にある）を検出し、カラーコードターゲット（リングカラーコードターゲット）T A 1 ~ T A 3 の位置マーク P 1 の候補の 6 点を検出する（S 2 3 0）。これらの工程は基準位置算定工程（S 1 2 0）の前段に該当する。すなわち、決定した三角形（T 1, T 2）の候補の中から任意の 1 つの三角形を選択して仮の三角形 T 1 とし、次の

で、決定した三角形（ T_1 、 T_2 ）の候補の中から任意の他の1つの三角形を選択して仮の三角形 T_2 とし、仮の三角形 T_1 との位置関係（三角形 T_1 からの距離と方向（向き））から、形状が合同であり、互いの最長辺が向かい合う関係にあるか否かをチェックする。各位置マーク P_1 は基準位置 C_0 に対して所定の位置関係（一定の距離、一定の方向）に配置される。したがって、第1の三角形 T_1 （頂点、辺）と第2の三角形 T_2 （頂点、辺）との位置関係も一定の関係（距離と方向（向き））になる。この関係から求めるべき第1の三角形 T_1 及び対応する第2の三角形 T_2 と見なすことができれば、形成された第1の三角形 T_1 及び第2の三角形 T_2 の頂点に位置する位置マーク P_1 の中心として6点を検出する。

[0047] 次に、単写真標定又はDLT法を用いて又はDLT法とバンドル調整を組み合わせて、位置マーク P_1 の中心の6点の位置を確認する（S240）。この工程は基準位置算定工程（S120）の後段に該当する。カラーコードターゲットTAの位置マーク P_1 の中心として検出された6点について、カラーコードターゲット（リングカラーコードターゲット）TAの設計された位置に配置されているか否かを確認し、求めるべき三角形か否かを確認する。DLT法とバンドル調整の演算は例えば三次元位置演算部64で行ない、基準位置算定部63がその演算結果を得る。

[0048] [DLT法計算式]

3次元DLT（Direct Linear Transformation）法とは、三角測量の原理に基づき、2台以上のカメラを用い多方面から計測したマークの位置を三次元座標に再構築する方法である。

DLT法は、写真座標と被写体の3次元座標（対象点座標）との関係を3次の射影変換式で近似したものである。

DLT法の基本式は（式3-1）となる。

[数1]

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{L_1 X + L_2 Y + L_3 Z + L_4}{L_9 X + L_{10} Y + L_{11} Z + 1} \\
 y &= \frac{L_5 X + L_6 Y + L_7 Z + L_8}{L_9 X + L_{10} Y + L_{11} Z + 1}
 \end{aligned}
 \tag{式3-1}$$

(x, y) : 写真座標

(X, Y, Z) : 対象点座標

$L_1 \sim L_{11}$: DLT法の未知変量

(式3-1) に対し、分母を消去すると、次の線形式を導き出せる。

[数2]

$$\begin{aligned}
 XL_1 + YL_2 + ZL_3 + L_4 - xXL_9 - xYL_{10} - xZL_{11} &= x \\
 XL_5 + YL_6 + ZL_7 + L_8 - yXL_9 - yYL_{10} - yZL_{11} &= y \\
 &\dots\dots\dots \tag{式3-2}
 \end{aligned}$$

[数3]

$$\begin{vmatrix}
 X & Y & Z & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -xX & -xY & -xZ \\
 0 & 0 & 0 & 0 & X & Y & Z & 1 & -yX & -yY & -yZ
 \end{vmatrix}
 \begin{vmatrix}
 L_1 \\
 L_2 \\
 L_3 \\
 L_4 \\
 L_5 \\
 L_6 \\
 L_7 \\
 L_8 \\
 L_9 \\
 L_{10} \\
 L_{11}
 \end{vmatrix}
 =
 \begin{vmatrix}
 x \\
 y
 \end{vmatrix}
 \dots\dots\dots \tag{式3-3}$$

(式3-3) を直接、最小二乗法を用いて解くと、写真座標と対象点座標

との関係を決定する $L_1 \sim L_{11}$ の11個の未知変量を取得できる。

[0049] 図10はDLT法による位置マークP1の確認を説明するための図である。 $L_1 \sim L_{11}$ の11個の未知変量が分かると、これにより、写真座標 (x, y) (CCD面)と対象点座標 (X, Y, Z) の関係が分かり、写真座標 (x, y) と対象点座標 (X, Y, Z) を結ぶ線上にあるカメラの位置と方向 $(O, O, O, \kappa, \phi, \omega)$ が求まる。これにより、位置マークP1は設計データよりあるべき位置(円環上の6点であること)が分かっているので、位置マークP1として検出された6点について求めるカラーコードターゲットTA(リングカラーコードターゲット)の候補点かどうかの判定が可能となる。

[0050] [標定]

次に、相互標定法によってカメラの位置、傾きを求める方法について説明する。標定は標定部62にて行なう。

モデル画像とは、2枚以上の立体写真から被写体が撮影されたときの状態に再現されたとき得られる立体像のことをいう。相対的に相似なモデル画像を形成することを、相互標定という。すなわち、相互標定とは、立体写真の対応する2本の光束が交会するように、左右それぞれのカメラの投影中心の位置および傾きを定めるものである。

[0051] 図11は相互標定を説明するための図である。次に、各モデル画像の標定計算の詳細について説明する。この計算により、左右それぞれのカメラの位置(三次元座標と三軸の傾き)が求められる。

以下の共面条件式によりこれらのカメラの位置に係るパラメータを求める。

[数4]

$$\begin{vmatrix} X_{01} & Y_{01} & Z_{01} & 1 \\ X_{02} & Y_{02} & Z_{02} & 1 \\ X_1 & Y_1 & Z_1 & 1 \\ X_2 & Y_2 & Z_2 & 1 \end{vmatrix} = 0 \quad \dots \quad (式4)$$

X_{01} 、 Y_{01} 、 Z_{01} : 左画像の投影中心座標

X_{02} 、 Y_{02} 、 Z_{02} : 右画像の投影中心座標

X_1 、 Y_1 、 Z_1 : 左画像の像座標

X_2 、 Y_2 、 Z_2 : 右画像の像座標

[0052] モデル座標系の原点を左側の投影中心にとり、右側の投影中心を結ぶ線をX軸にとるようにする。縮尺は、基線長を単位長さにとる。このとき求めるパラメータは、左側のカメラのZ軸の回転角 κ_1 、Y軸の回転角 ϕ_1 、右側のカメラのZ軸の回転角 κ_2 、Y軸の回転角 ϕ_2 、X軸の回転角 ω_2 の5つの回転角となる。この場合左側のカメラのX軸の回転角 ω_1 は0なので、考慮する必要はない。

[0053] このような条件にすると、(式4)の共面条件式は(式5)のようになり、この式を解けば各パラメータが求まる。

[数5]

$$F(\kappa_1, \phi_1, \kappa_2, \phi_2, \omega_2) = \begin{vmatrix} Y_1 & Z_1 \\ Y_2 & Z_2 \end{vmatrix} = Y_1 Z_2 - Y_2 Z_1 = 0 \quad \dots \quad (式5)$$

[0054] ここで、モデル座標系 $X Y Z$ とカメラ座標系 $x y z$ の間には、次に示すような座標変換の関係式(式8)、(式7)が成り立つ。

[数6]

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \phi_1 & 0 & \sin \phi_1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \phi_1 & 0 & \cos \phi_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \kappa_1 & -\sin \kappa_1 & 0 \\ \sin \kappa_1 & \cos \kappa_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -c \end{pmatrix} \quad \dots \dots (式6)$$

$$\begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega_2 & -\sin \omega_2 \\ 0 & \sin \omega_2 & \cos \omega_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \phi_2 & 0 & \sin \phi_2 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \phi_2 & 0 & \cos \phi_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \kappa_2 & -\sin \kappa_2 & 0 \\ \sin \kappa_2 & \cos \kappa_2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -c \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \dots \dots (式7)$$

[0055] これらの式を用いて、次の手順により、未知パラメータを求める。

- (a) 未知パラメータの初期近似値は通常0とする。
- (b) 共面条件式(式5)を近似値のまわりにテーラー展開し、線形化したときの微分係数の値を(式6)、(式7)により求め、観測方程式をたてる。
- (c) 最小二乗法をあてはめ、近似値に対する補正量を求める。
- (d) 近似値を補正する。
- (e) 補正された近似値を用いて、(b)～(d)までの操作を収束するまで繰り返す。

未知パラメータ (κ_1 , ϕ_1 , κ_2 , ϕ_2 , ω_2) を求めることにより、カメラの位置と傾きが求まる。

[0056] [バンドル調整]

バンドル調整は複数の撮影画像間における計測点の位置座標を適切に合わせるために行われる。投影中心、写真像および測定対象物が一直線上にあるというバンドル調整の基本式である共線条件式は次のようになる。

[数7]

$$y = -c \frac{a_{21}(X - X_0) + a_{22}(Y - Y_0) + a_{23}(Z - Z_0)}{a_{31}(X - X_0) + a_{32}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)} + \Delta y$$

$$x = -c \frac{a_{11}(X - X_0) + a_{12}(Y - Y_0) + a_{13}(Z - Z_0)}{a_{31}(X - X_0) + a_{32}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)} + \Delta x$$

(式8)

c : 画面距離 (焦点距離)

(x, y) : 画像座標

(X, Y, Z) : 対象空間座標 (基準点、未知点)

(X₀, Y₀, Z₀) : カメラの撮影位置a₁₁ ~ a₃₃ : カメラの傾き (3 × 3 回転行列の要素)

Δx, Δy : カメラの内部標定補正項

バンドル調整を用いることにより、DLT法単独を用いるよりもさらに高精度の確認ができる。

[0057] ここで図9に戻る (図7参照)。起点算定工程 (S130) では、起点算定部71にて、位置マークP1の配置からマークを検出する起点を求める。例えば、位置マークP1を結ぶ第1の三角形T1に属し、開孔Hの上方に位置する位置マークP10を検出の起点として定めることができる。なお、起点は開孔Hの上方に位置する位置マークP10に限られず、例えば基準位置C0の右に位置する、開孔Hの上方に位置する位置マークP10を1番目として時計回りに数えて4番目の基準色マークを起点としても良い。次に、検出された円環の配色から求めるべきカラーコードターゲット (リングカラーコードターゲット) TA1 ~ TA3か否かを判定し、基準色とカラーコード色を比較する (S250)。この工程はマーク配置検出工程 (S140) からカラーコードマーク記憶工程 (S165) に至る。マーク配置検出工程 (S140) では、基準位置C0を中心とする円周に沿って環状に配置されたマークを順次検出する。例えば、開孔Hの上方に位置する位置マークP10を検出の起点として円環上をスキャンし、円環上に配置された基準色マーク

P 2、カラーコードマーク P 3、位置マーク P 1 の色彩データを採集する。このとき、検出された 6 個の位置マーク P 1 の座標に基づいて、基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 の位置座標を、カラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 の設計値に合わせて変換（例えばアフィン変換）して求める。そして、求められた基準色マーク P 2 とカラーコードマーク P 3 の位置が設計されたように彩色されているか否かをチェックする。設計上、基準色マーク P 2 は開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 2, 4, 9 番目に、赤、緑、青のマークが区切マークとしての位置マーク P 1 に挟まれて配置され、カラーコードマーク P 3 は開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 6, 7, 11, 12, 14, 15 番目に、6 色のマークが 2 つずつ区切マークとしての位置マーク P 1 に挟まれて配置されている。また、カラーコードマーク P 3 の色彩（6 色）の配列は様々に変化する。そこで、基準色マーク抽出工程（S 150）では円環上をスキャンして採集された色彩データから開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 2, 4, 9 番目の色彩データを順次抽出する。基準色マーク記憶工程（S 155）では順次抽出された各基準色マーク P 2 の色彩データを基準色マーク記憶部 83 に記憶する。また、カラーコードマーク抽出工程（S 160）では円環上をスキャンして採集された色彩データから開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 6, 7, 11, 12, 14, 15 番目の色彩データを順次抽出する。カラーコードマーク記憶工程（S 165）では順次抽出された各カラーコードマーク P 3 の色彩データをカラーコードマーク記憶部 84 に記憶する。スキャンルートは変換（例えばアフィン変換）された位置データと照合される。円環上をスキャンして採集された色彩データが上記の設計データに合致すれば、採集された色彩データはカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 の基準色マーク P 2、カラーコードマーク P 3、位置マーク P 1 の色彩データであると判定できる。判定は例えばカラーコードマーク抽出工程（S 160）でカラーコードの抽出後に行なう。また、基準

色マーク P 2 の基準色の色相距離を比較、チェックする。また、カラーコードマーク P 3 の 6 色の色相距離を比較、チェックする。このように、これらの配色から求めるべきカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 (リングカラーコードターゲット) であるか否かをチェックし、異なれば、(S 2 3 0) に戻り別の三角形を調べる。求めるべきカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 であると判断されれば、次に進む。

[0058] 次に、カラーコードの判別を行なう (S 2 6 0)。この工程はカラーコード判別工程 (S 1 7 0) に該当する。カラーコードマーク P 3 の配色からコードを読み込み、カラーコードを判別する。カラーコード判別部 7 5 は、開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 6, 7, 1 1, 1 2, 1 4, 1 5 番目のカラーコードマーク P 3 の色彩データ (色相、彩度、明度) を、開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 2, 4, 9 番目の基準色マーク P 2 の色彩データ (色相、彩度、明度) と比較して、各カラーコードマーク P 3 の色彩が赤、黄、緑、シアン、青、マゼンタのいずれであるかを判別する。このとき、カラーコードマーク P 3 の数とコード色数を等しくするという条件を課すと、全てのコード色がカラーコードマーク P 3 に使用されるため、基準色マーク P 2 との比較のみで無く、カラーコードマーク P 3 間で色を相対比較することにより、信頼性を上げることができる。なお、基準色マーク P 2 の色彩はカラーコードマーク P 3 の色彩の補正の他に、測定対象物 2 の色彩の補正にも使用できる。また、カラーコード判別部 7 5 は、色彩コード対応表とカラーコードターゲット対応表を用いて、色彩データをカラーコードに変換する。すなわち、開孔 H の上方に位置する位置マーク P 1 0 を 1 番目として時計回りに数えて 6, 7, 1 1, 1 2, 1 4, 1 5 番目のカラーコードマーク P 3 の色彩データをこの配列順の色彩配列データとし、この色彩配列データをカラーコードに変換する。次に、ラベリングを行なう (S 2 7 0)。この工程はカラーコード記憶工程 (S 1 8 0) に該当する。すなわち、判別したカラーコードをカラーコードターゲット T A 1 ~ T A 3 の基準位置 (中心)

C0に対応付けてカラーコード記憶部85に記憶する(S270)。これにより、カラーコードターゲットTA1~TA3の基準位置にカラーコードがラベルとして付される。ここで他に探索する三角形の組み合わせ(T1, T2の候補)が残っていれば、(S230)に戻って、これらの組み合わせについても同様に処理する。このことは、実質的には他のカラーコードターゲットTA1~TA3について探索を行うこととなる。なければ、処理を修了する。

[0059] 以上により、本実施例によれば、カラーコードターゲットの中心に開孔を設ける場合に、ターゲットの基準位置の測定が容易であり、カラーコードマークの検出及びカラーコードの判別が容易であるカラーコードターゲットを提供できる。また、かかるカラーコードターゲットのカラーコードの判別に適するカラーコード判別装置及びカラーコード判別方法を提供できる。

実施例 2

[0060] 図12に実施例2におけるカラーコードターゲットTA4の例を示す。実施例1では、円環(リング)が1つであったが、実施例2では円環が2重の例を示す。内側の円環は実施例1と同様であるが、外側に別の円環が設けられている。外側の円環では基準色マークP2及びカラーコードマークP3の円周方向の配置は内側の円環と同じであり、カラーコードマークP3の配色の順序が変更されている。また、位置マークP1が黒色の区切マークP4に変更されている。円環が2重のため、カラーコードマークP3の数が倍($n = 12$ 個)になっており、識別可能なコード数が 6^{12} と増大している。その他、基準位置C0、開孔Hは実施例1と同様であり、カラーコードターゲットの中心に開孔を設ける場合に、ターゲットの基準位置の測定が容易であり、カラーコードマークの検出及びカラーコードの判別が容易であるカラーコードターゲットを提供できる。

実施例 3

[0061] 図13に実施例3におけるカラーコードターゲットTA5の例を示す。実施例2では位置マークP1が内側の円環に設けられているが、実施例3では

位置マーク P 1 が内側と外側の円環にまたがって設けられている。これにより、位置マーク P 1 を大きくでき、検出し易くなる。その他、位置マーク P 1、基準色マーク P 2、カラーコードマーク P 3 の配置は実施例 2 と同様であり、カラーコードターゲットの中心に開孔を設ける場合に、ターゲットの基準位置の測定が容易であり、カラーコードマークの検出及びカラーコードの判別が容易であるカラーコードターゲットを提供できる。

実施例 4

[0062] 図 1 4 に実施例 4 におけるカラーコードターゲット T A 6 の例を示す。実施例 2 に比して 2 つの円環が黒色の領域で区切られている。これにより、2 つの円環を明確に区別できる。よって、円環スキヤンの誤りをより少なくできる。その他、位置マーク P 1、基準色マーク P 2、カラーコードマーク P 3、区切マーク P 4 の配置は実施例 2 と同様であり、カラーコードターゲットの中心に開孔を設ける場合に、ターゲットの基準位置の測定が容易であり、カラーコードマークの検出及びカラーコードの判別が容易であるカラーコードターゲットを提供できる。

実施例 5

[0063] 図 1 5 に実施例 5 におけるカラーコードターゲット T A 7 の例を示す。実施例 4 では位置マーク P 1 が内側の円環に設けられているが、実施例 5 では位置マーク P 1 が内側と外側の円環にまたがって設けられている。これにより、位置マーク P 1 を大きくでき、検出し易くなる。その他、位置マーク P 1、基準色マーク P 2、カラーコードマーク P 3 の配置は実施例 2 と同様であり、カラーコードターゲットの中心に開孔を設ける場合に、ターゲットの基準位置の測定が容易であり、カラーコードマークの検出及びカラーコードの判別が容易であるカラーコードターゲットを提供できる。

[0064] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記の実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で実施例に種々変更を加えられることは明白である。

[0065] 例えば、以上の実施例では、マークが基準位置を中心とする円周に沿って

環状に配置される例を説明したが、正多角形の外周に沿って環状に配置されても良い。また、基準色が3色、カラーコード色が6色の例を説明したが、基準色が1色以上、カラーコード色が2色以上であれば良く、また、基準色マーク数が1以上、カラーコードマーク数が1以上であれば良い。なお、カラーコードマーク数が1の場合は基準色マークとカラーコードマークの円周方向又は半径方向の幅を変えれば両者の区別が可能である。カラーコード色数が多いほど使用できるコード数は多くなり、少ないほど色彩の差を判別し易く、処理を簡素にできる。基準色数は、典型的には光の3原色を使用するが、カラーコード色数に応じて変更可能である。また、以上の実施例では、マークの環の数が1重又は2重の例を説明したが、3重以上でも良い。環の数が多いほど使用できるコード数は多くなり、少ないほど簡素な構成で、処理も簡素になる。また、マークの環が2重の場合には基準色マークを内側の環に配置し、カラーコードマークを外側の環に配置して区別しても良い。また、以上の実施例では、開孔Hはマークの環に内接して配置される例を説明したが、カラーコードターゲットはマークの環と開孔の間に内枠領域を有しても良く、マークの環の外側に外枠領域を有しても良い。また、以上の実施例では開孔の中心が基準位置であり、カラーコードターゲットの中心と一致する例を説明したが、カラーコードターゲットの中心から或る程度偏心させても良い。また、以上の実施例では、位置マークの配置が合同な2つの三角形を抽出できる例を説明したが、反転対称な2つの三角形を抽出できるようにしても良い。また、計測範囲の複数のカラーコードターゲットにわたり対応する2つの三角形を抽出する例を説明したが、ターゲット毎に対応する2つの三角形を抽出しても良い。また、カラーコード識別装置については、例えば、入力部、出力部、起点算定部、対応点探索部、標定部等を省略し、簡素化した構成とすることも可能である。また、カラーコード識別方法については、工程の順序は変更可能であり、例えば、マークの環からの色彩データの採集は、起点の算定前に行なっても良く、マーク配置検出工程後、マーク抽出工程で改めて採集しても良い。また、以上の実施例では、円環上をスキ

ランして採集された色彩データが設計データに合致するか否かの判定はカラーコードマーク抽出工程で行なう例を説明したが、マーク配置検出工程で色彩データを採取して行なっても良い。また、基準色マーク抽出工程とカラーコードマーク抽出工程はどちらを先にしても良い。その他、マークの外形（4，6，8角形にする等）、区切マークが挟むマーク数、カラーコード色数、カラーコードマーク数等を適宜変更可能である。

[0066] 本発明は様々な三次元計測に用いられる。特にプローバ等を通す開孔を設けて多点の計測を行なう三次元計測に用いられる。

[0067] 本発明の説明に関連して（特に以下の請求項に関連して）用いられる名詞及び同様な指示語の使用は、本明細書中で特に指摘したり、明らかに文脈と矛盾したりしない限り、単数および複数の両方に及ぶものと解釈される。語句「備える」、「有する」、「含む」および「包含する」は、特に断りのない限り、オープンエンドターム（すなわち「～を含むに限らない」という意味）として解釈される。本明細書中の数値範囲の具陳は、本明細書中で特に指摘しない限り、単にその範囲内に該当する各値を個々に言及するための略記法としての役割を果たすことだけを意図しており、各値は、本明細書中で個々に列挙されたかのように、明細書に組み込まれる。本明細書中で説明されるすべての方法は、本明細書中で特に指摘したり、明らかに文脈と矛盾したりしない限り、あらゆる適切な順番で行うことができる。本明細書中で使用するあらゆる例または例示的な言い回し（例えば「など」）は、特に主張しない限り、単に本発明をよりよく説明することだけを意図し、本発明の範囲に対する制限を設けるものではない。明細書中のいかなる言い回しも、請求項に記載されていない要素を、本発明の実施に不可欠であるものとして示すものとは解釈されないものとする。

[0068] 本明細書中では、本発明を実施するため本発明者が知っている最良の形態を含め、本発明の好ましい実施の形態について説明している。当業者にとっては、上記説明を読めば、これらの好ましい実施の形態の変形が明らかとなる。本発明者は、熟練者が適宜このような変形を適用することを期待して

おり、本明細書中で具体的に説明される以外の方法で本発明が実施されることを予定している。従って本発明は、準拠法で許されているように、本明細書に添付された請求項に記載の内容の修正および均等物をすべて含む。さらに、本明細書中で特に指摘したり、明らかに文脈と矛盾したりしない限り、すべての変形における上記要素のいずれの組合せも本発明に包含される。

符号の説明

- [0069] 1 カラーコード判別装置
- 2 測定対象物
- 3 撮影部
- 4 入出力部
- 5 特徴抽出部
- 6 三次元位置計測部
- 7 画像処理部
- 8 記憶部
- 9 制御部
- 10 PC
- 31 ターゲット画像取得部
- 41 表示部
- 42 出力部
- 43 入力部
- 51 位置マーク検出部
- 52 特徴点抽出部
- 61 対応点探索部
- 62 標定部
- 63 基準位置算定部
- 64 三次元位置演算部
- 71 起点算定部
- 72 マーク配置検出部

- 7 3 基準色マーク抽出部
- 7 4 カラーコードマーク抽出部
- 7 5 カラーコード判別部
- 8 1 撮影画像記憶部
- 8 2 三次元位置記憶部
- 8 3 基準色マーク記憶部
- 8 4 カラーコードマーク記憶部
- 8 5 カラーコード記憶部
- 2 0 0 レトロターゲット
- 2 0 4 内円部
- 2 0 6 外円部
- C 0 基準位置
- H 開孔
- P 0 基準位置マーク
- P 1, P 1 0 位置マーク（区切マーク）
- P 2 基準色マーク
- P 3 カラーコードマーク
- P 4 区切マーク
- T 0 しきい値
- T 1 第 1 の三角形
- T 2 第 2 の三角形
- T A, T A 1 ~ 7 カラーコードターゲット

請求の範囲

- [請求項1] 計測位置を示すための位置マークからなる位置マーク部と；
色彩の基準として用いる色彩が施された基準色マークからなる基準色部と；
当該カラーコードターゲットを識別するための色彩が施されたカラーコードマークからなるカラーコード部と；
前記基準色マークと前記カラーコードマークの間、前記基準色マーク同士の間又は前記カラーコードマーク同士の間を区切る区切マークからなるマーク区切部とを面内に備え；
前記位置マークと前記基準色マークと前記カラーコードマークが、基準位置を中心とする円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置され；
前記基準位置には開孔が設けられ；
前記区切マークは、第1の所定数の前記基準色マークを挟み、第2の所定数の前記カラーコードマークを挟むように配置される；
カラーコードターゲット。
- [請求項2] 前記位置マークは前記区切マークを兼ねる；
請求項1に記載のカラーコードターゲット。
- [請求項3] 前記第1の所定数は1であり、前記第2の所定数は2以上の定数である；
請求項1又は請求項2に記載のカラーコードターゲット。
- [請求項4] 前記カラーコードマークのマーク数とカラーコードに用いる色彩の数とが一致し、前記カラーコード部を構成する各カラーコードマークの色彩が全て異なる；
請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載のカラーコードターゲット。
- [請求項5] 前記基準色マークと前記カラーコードマークは前記基準位置に対して所定の位置関係に配置される；

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載のカラーコードターゲット。

[請求項6] 前記位置マークは少なくとも 6 個で構成され、前記位置マークの中心を結んで形成される三角形の中から、合同又は反転対称な 2 つの三角形を抽出できるように配置される；

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載のカラーコードターゲット。

[請求項7] 前記円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置されるマークの環は単数である；

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載のカラーコードターゲット。

[請求項8] 前記円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置されるマークの環は複数であり、各前記マークの環はいずれも前記基準位置を中心とする；

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載のカラーコードターゲット。

[請求項9] 1 つの前記マークの環上に配置される前記位置マークと前記基準色マークと前記カラーコードマークは同じ形状及び寸法で統一されている；

請求項 7 又は請求項 8 に記載のカラーコードターゲット。

[請求項10] 請求項 1 ないし請求項 9 のいずれか 1 項に記載のカラーコードターゲットを複数組み合わせる構成される 1 組のカラーコードターゲットであって；

各カラーコードターゲットは、前記位置マーク、前記基準色マーク及び前記カラーコードマークが前記マークの環上の同一位置に配置され、前記基準色マークの色彩の配置が同一であり、前記カラーコードマークの色彩の配置が全て異なるように構成される；

1 組のカラーコードターゲット。

[請求項11] 少なくとも異なる2方向から請求項1に記載のカラーコードターゲットの画像を取得するターゲット画像取得部と；

 前記ターゲット画像取得部で少なくとも異なる2方向から取得されたカラーコードターゲットの画像からそれぞれ前記位置マークを順次検出する位置マーク検出部と；

 前記位置マーク検出部でそれぞれ順次検出された位置マークの配置から前記カラーコードターゲットの前記基準位置を求める基準位置算定部と；

 前記基準位置算定部で求められた基準位置を中心とする円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置されたマークを順次検出するマーク配置検出部と；

 前記マーク配置検出部で検出されたマークの環から前記基準色マークを順次抽出する基準色マーク抽出部と；

 前記マーク配置検出部で検出されたマークの環から前記カラーコードマークを順次抽出するカラーコードマーク抽出部と；

 前記基準色マーク抽出部で抽出された各基準色マークの色彩と前記カラーコードマーク抽出部で抽出された各カラーコードマークの色彩を比較して、前記カラーコードマークの色彩の配置からカラーコードを判別するカラーコード判別部と；

 前記基準位置算定部で求められた基準位置と前記カラーコード判別部で判別されたカラーコードとを対応付けて記憶するカラーコード記憶部とを備える；

 カラーコード判別装置。

[請求項12] 前記位置マーク検出部で順次検出された位置マークの配置に基づいて前記マーク配置検出部で前記環状に配置されたマークを検出する起点を求める起点算定部を備え；

 前記マーク配置検出部は前記起点算定部で求められた起点から前記マークを順次検出する；

請求項 1 に記載のカラーコード判別装置。

[請求項13]

少なくとも異なる 2 方向から請求項 1 に記載のカラーコードターゲットの画像を取得するターゲット画像取得工程と；

前記ターゲット画像取得工程で少なくとも異なる 2 方向から取得されたカラーコードターゲットの画像からそれぞれ前記位置マークを順次検出する位置マーク検出工程と；

前記位置マーク検出工程でそれぞれ順次検出された位置マークの配置から前記カラーコードターゲットの前記基準位置を求める基準位置算定工程と；

前記基準位置算定工程で求められた基準位置を中心とする円周又は正多角形の外周に沿って環状に配置されたマークを順次検出するマーク配置検出工程と；

前記マーク配置検出工程で検出されたマークの環から各前記基準色マークを順次抽出する基準色マーク抽出工程と；

前記マーク配置検出工程で検出されたマークの環から前記カラーコードマークを順次抽出するカラーコードマーク抽出工程と；

前記基準色マーク抽出工程で抽出された各基準色マークの色彩と前記カラーコードマーク抽出工程で抽出された各カラーコードマークの色彩を比較して、前記カラーコードマークの色彩の配置からカラーコードを判別するカラーコード判別工程と；

前記基準位置算定工程で求められた基準位置と前記カラーコード判別工程で判別されたカラーコードとを対応付けて記憶するカラーコード記憶工程とを備える；

カラーコード判別方法。

[請求項14]

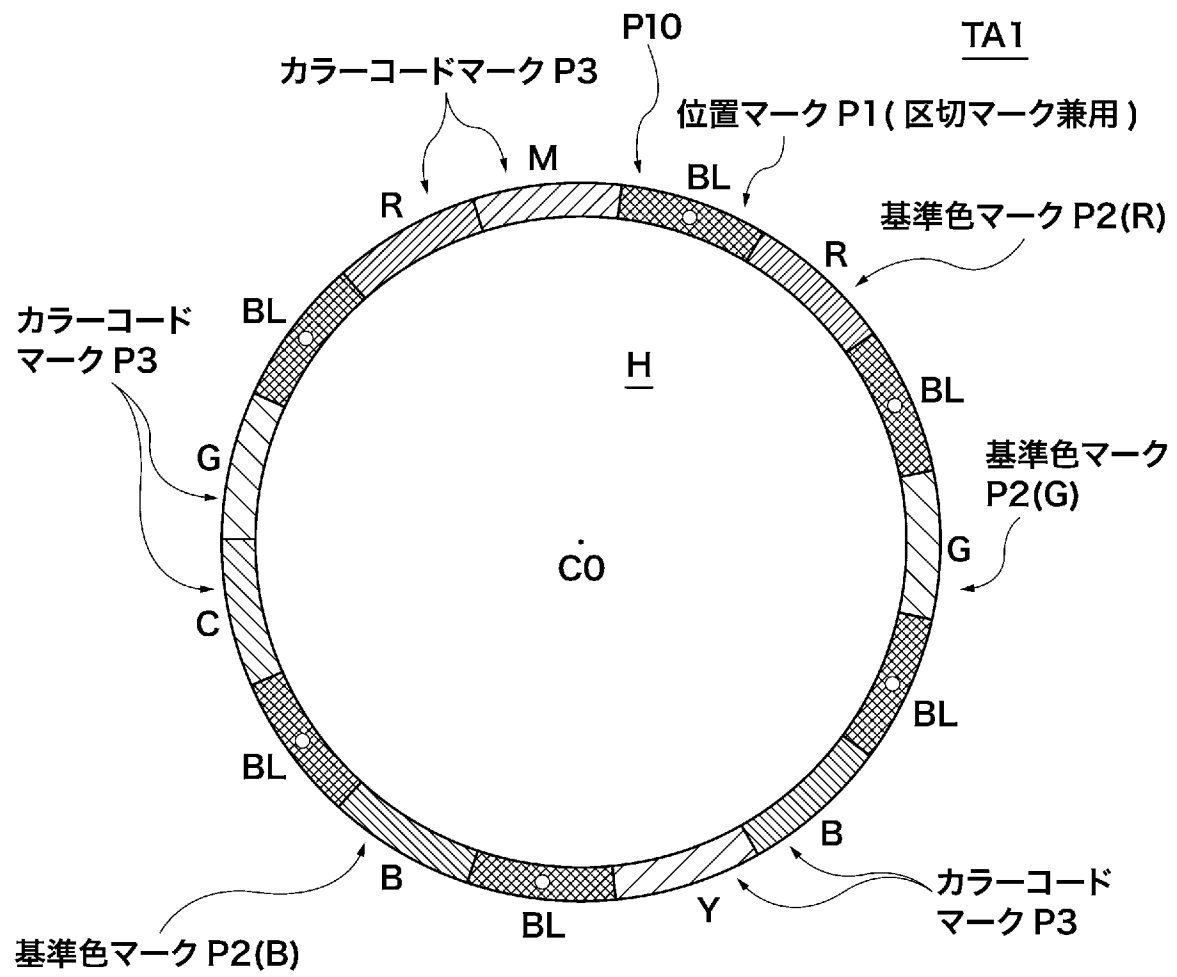
前記位置マーク検出工程で順次検出された位置マークの配置に基づいて前記マーク配置検出工程で前記環状に配置されたマークを検出する起点を求める起点算定工程を備え；

前記マーク配置検出工程は前記起点算定工程で求められた起点から

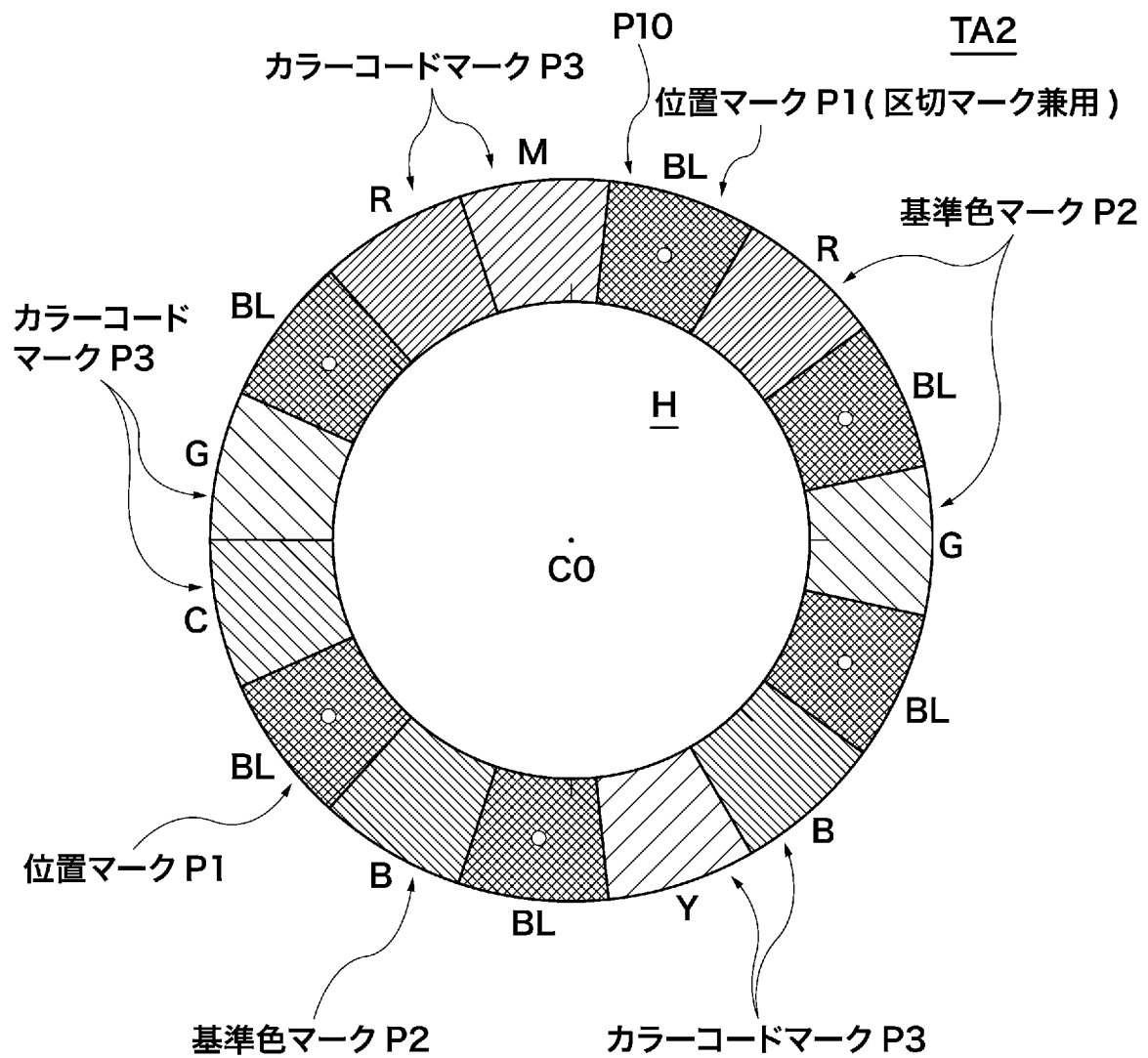
前記マークを順次検出する；

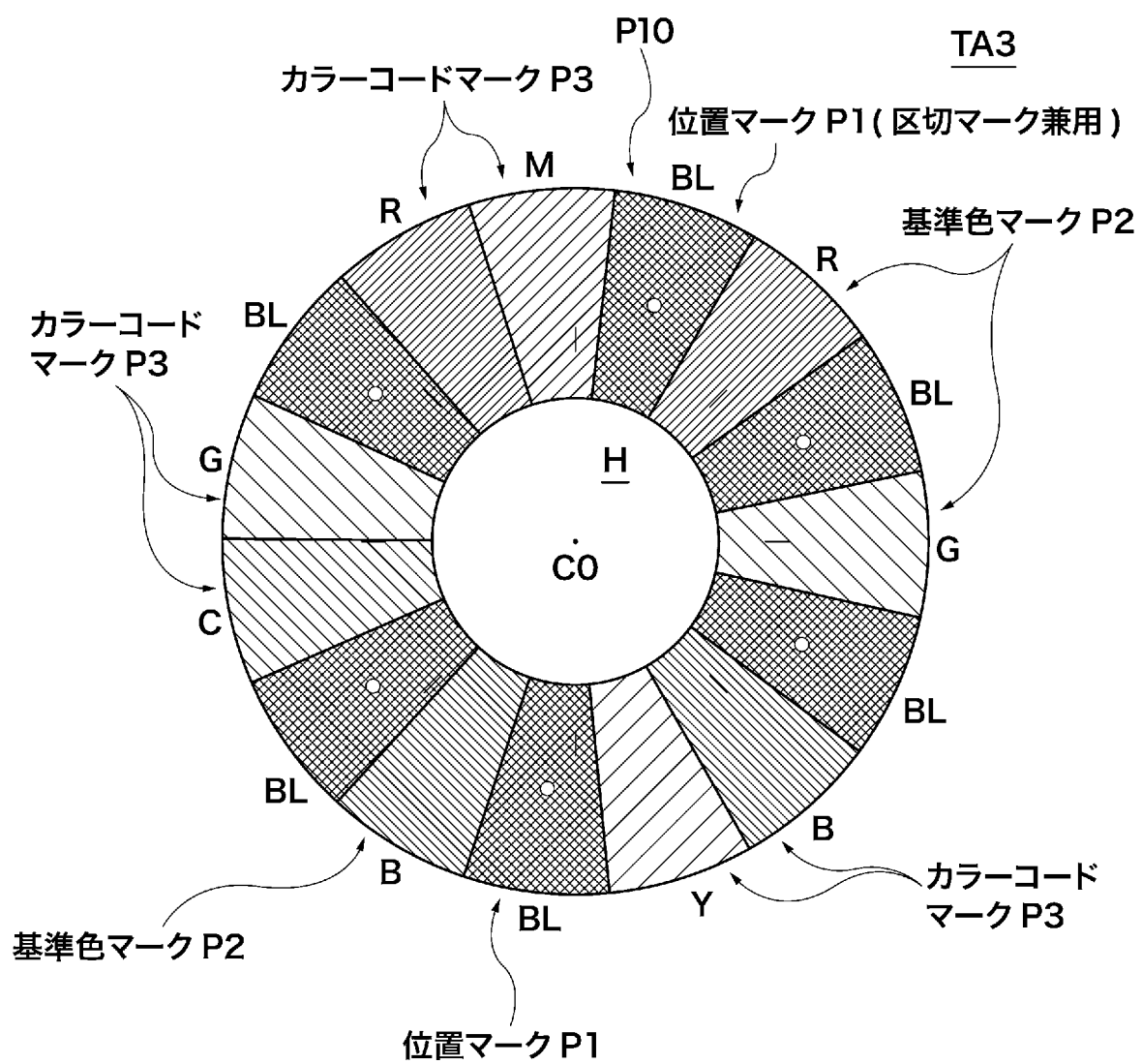
請求項 1 3 に記載のカラーコード判別方法。

[図1]

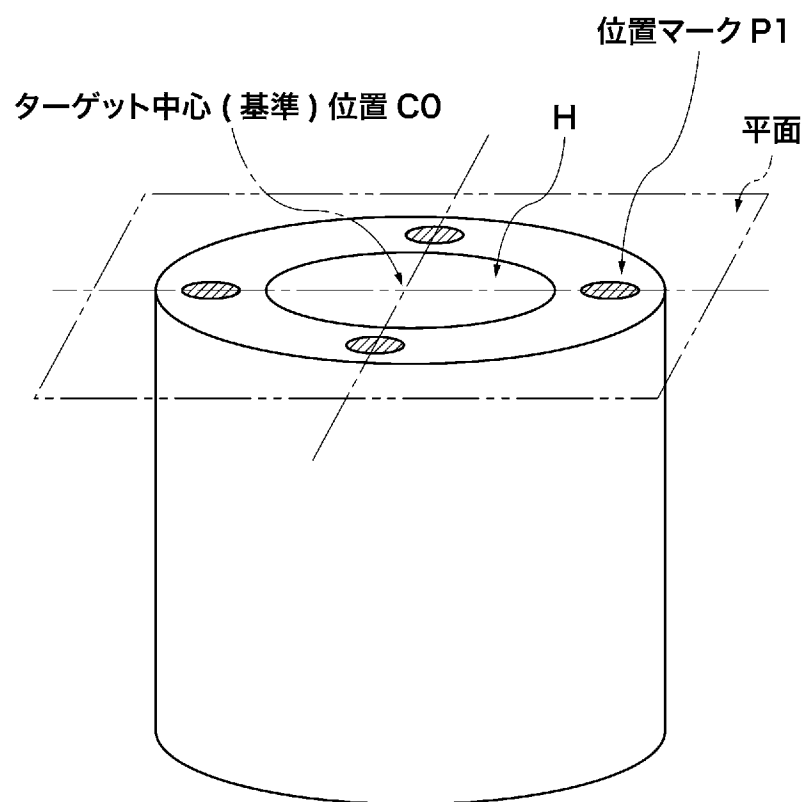


[図2]

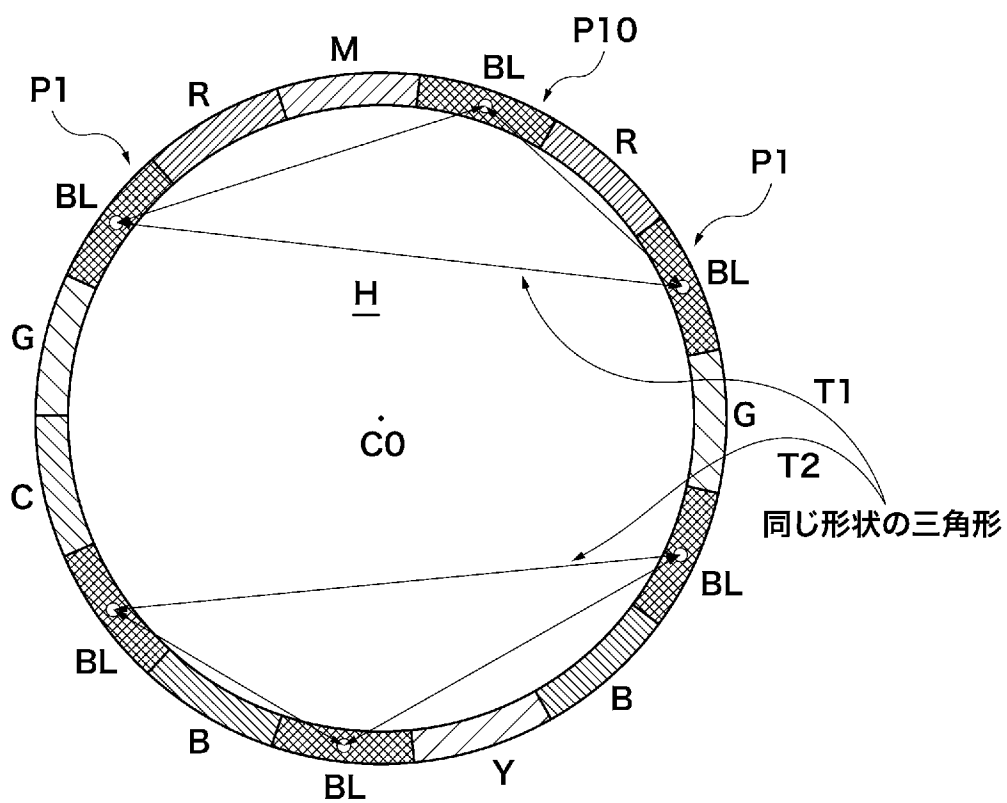




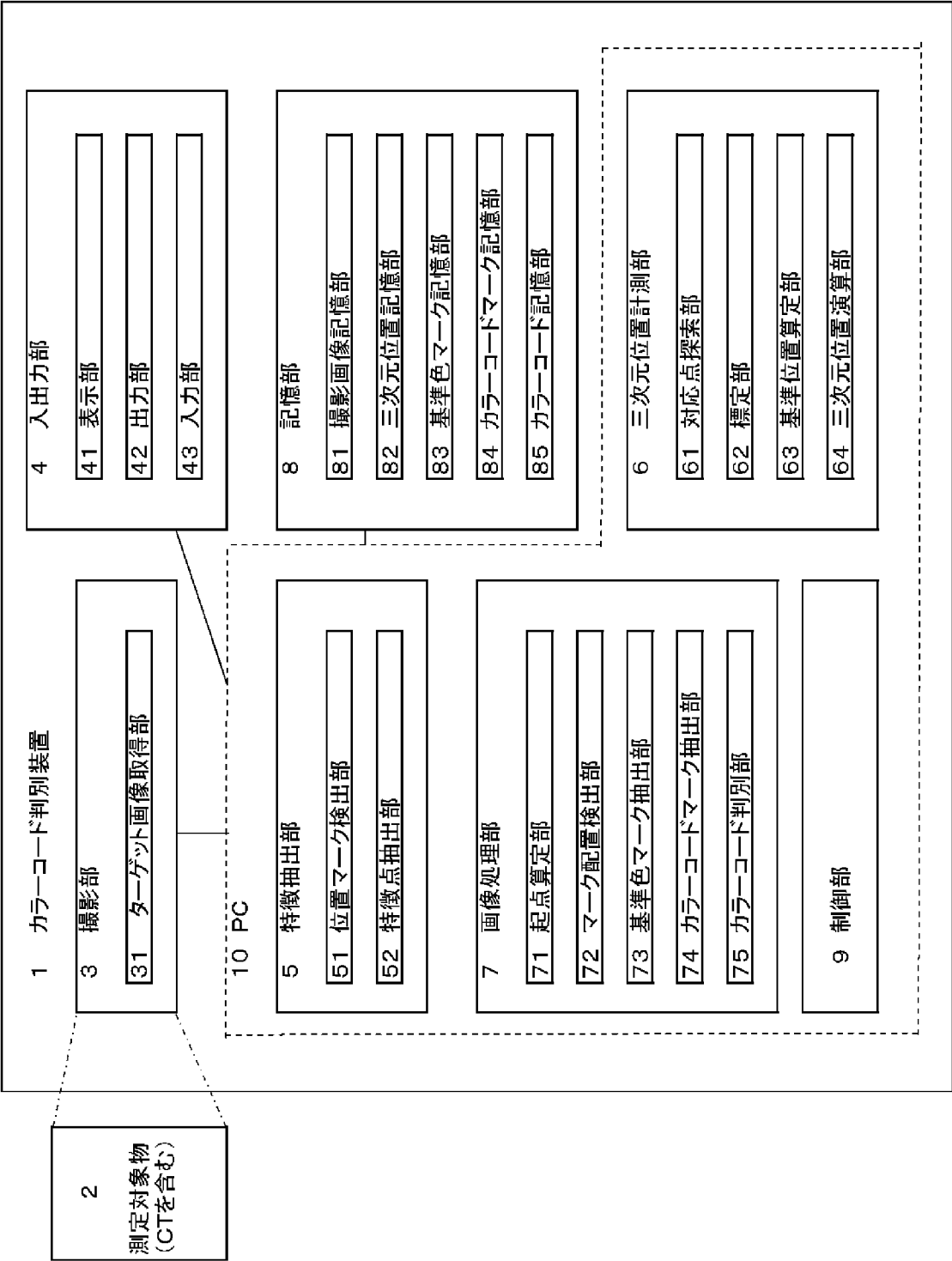
[図4]



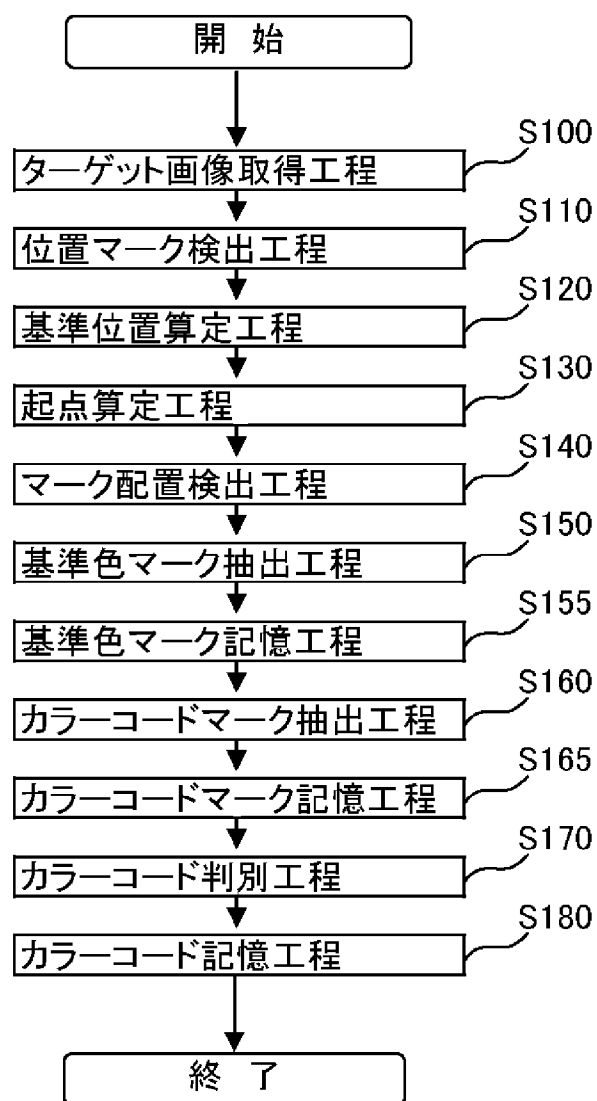
[図5]



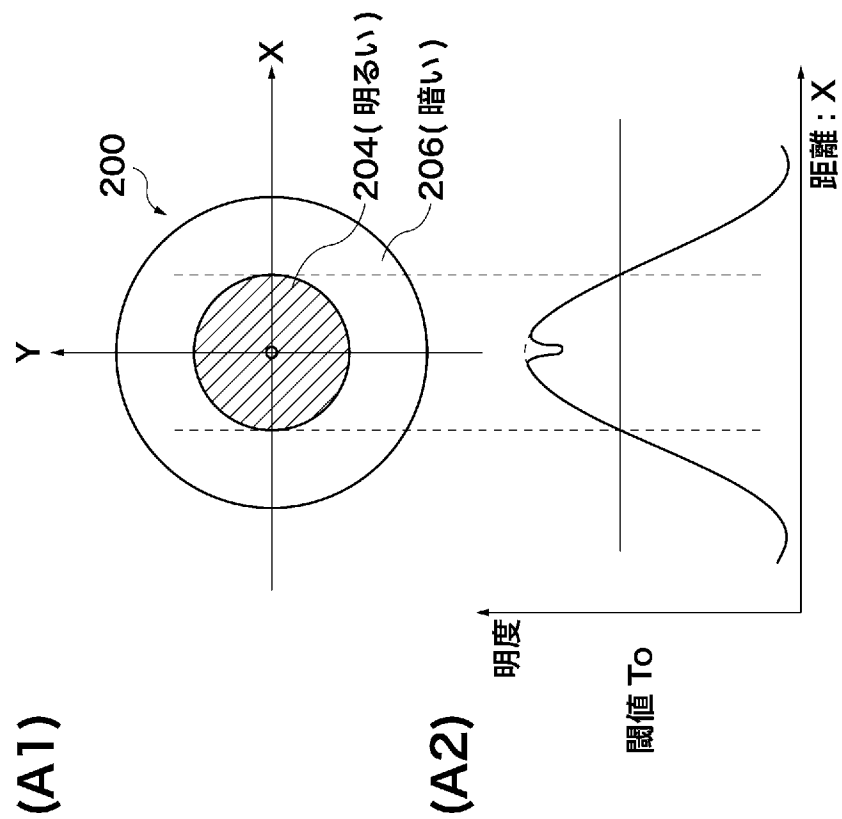
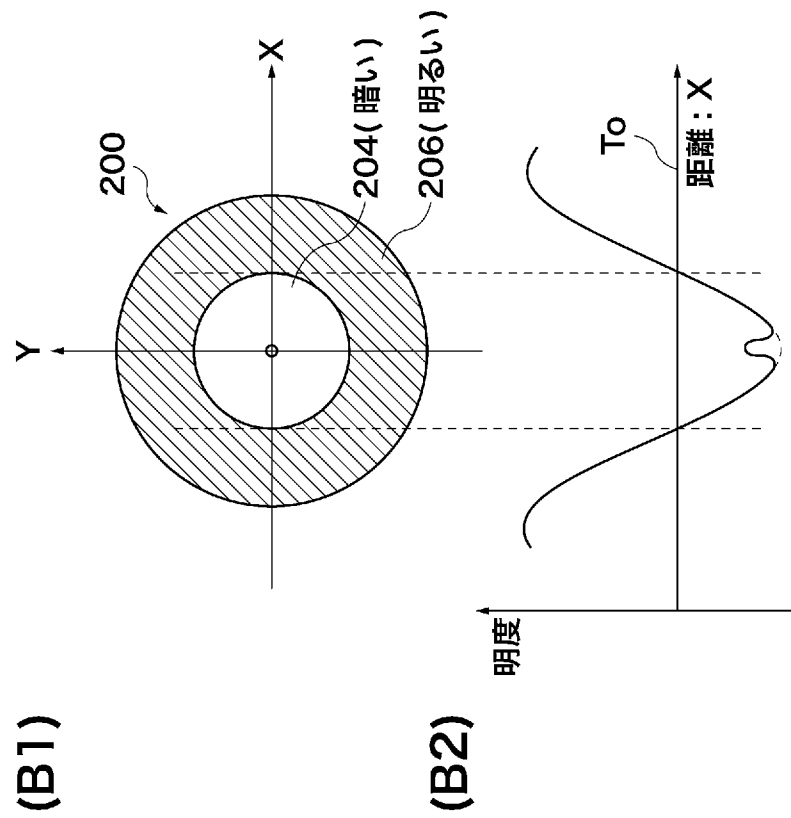
[図6]



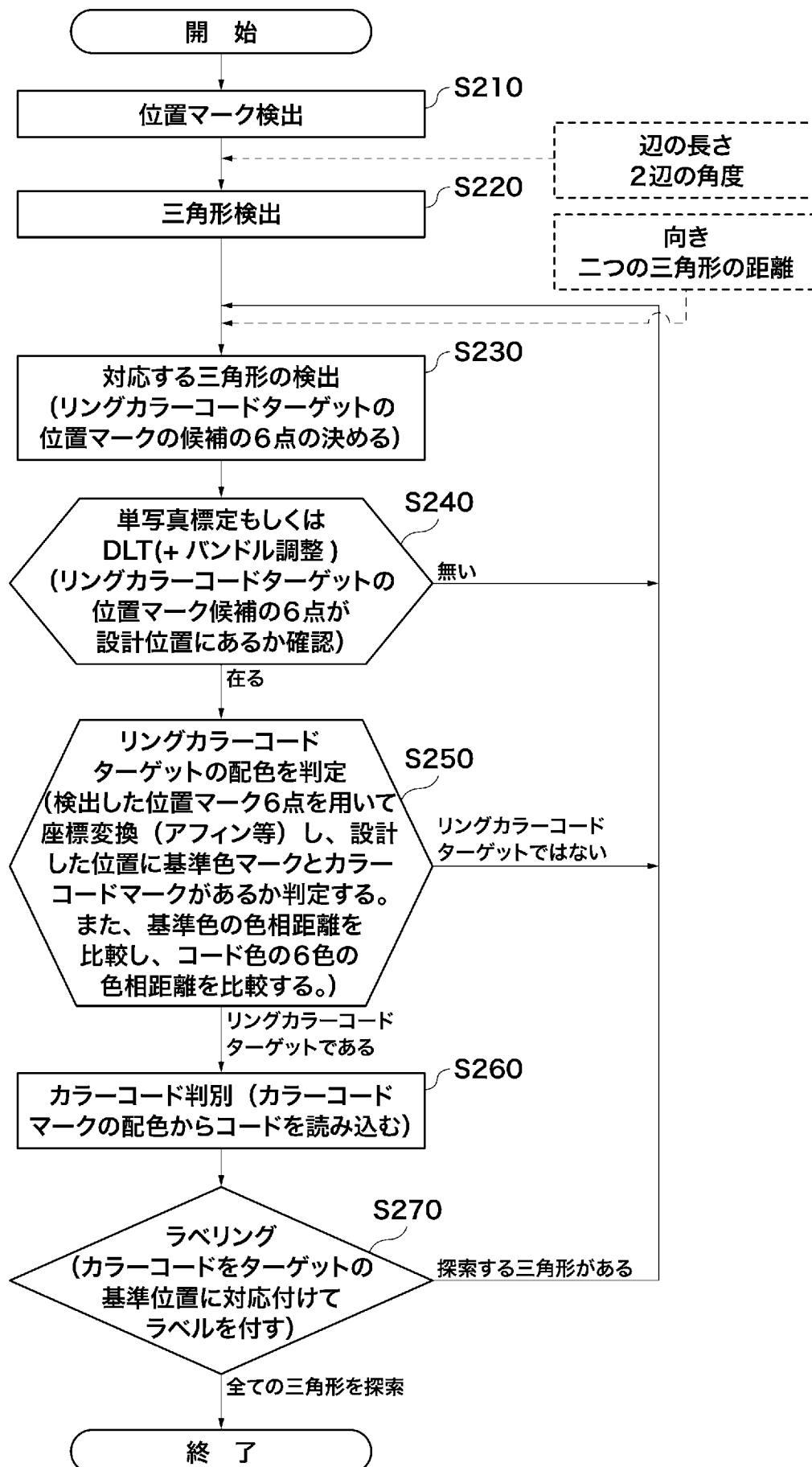
[図7]



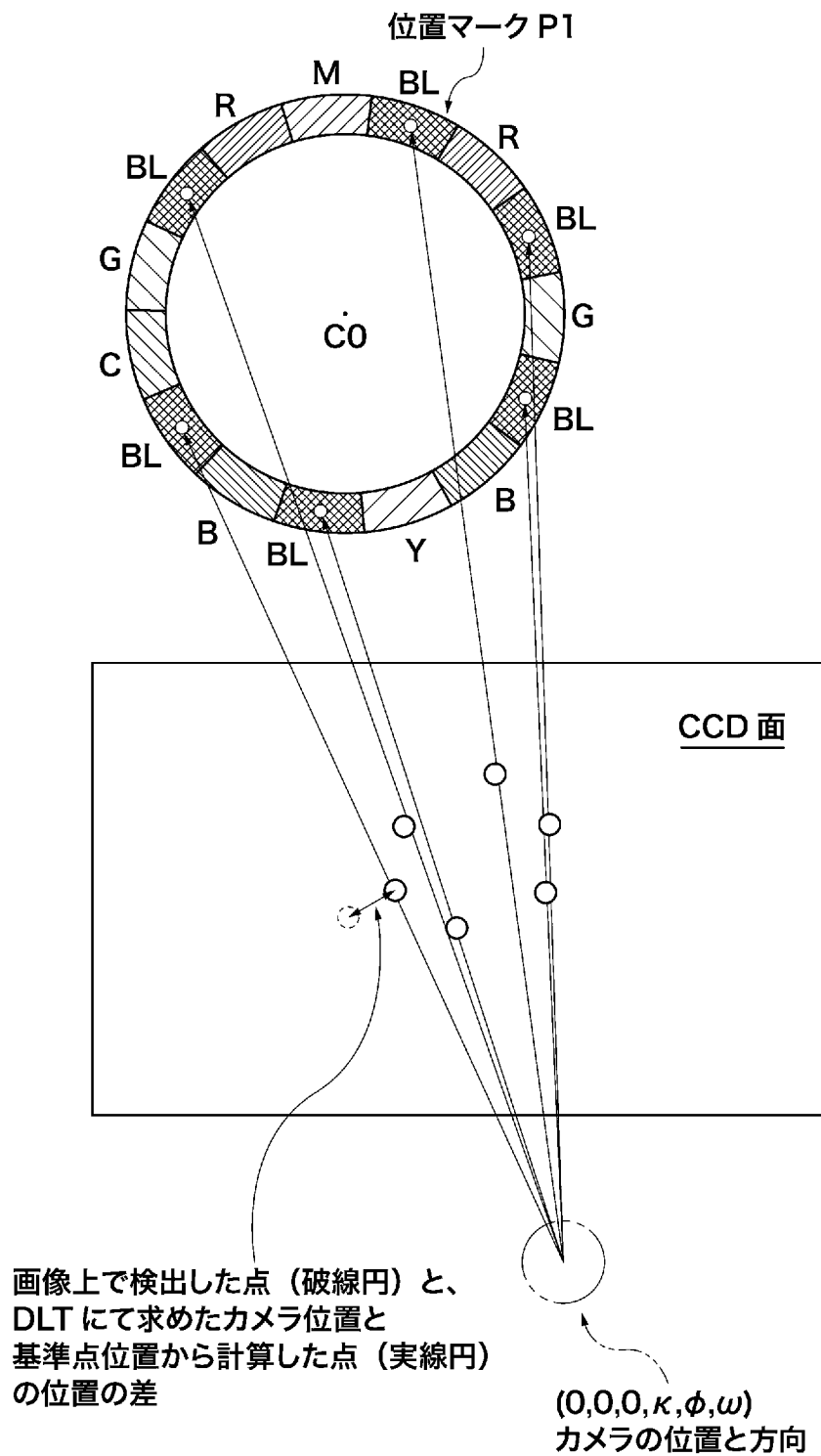
[図8]



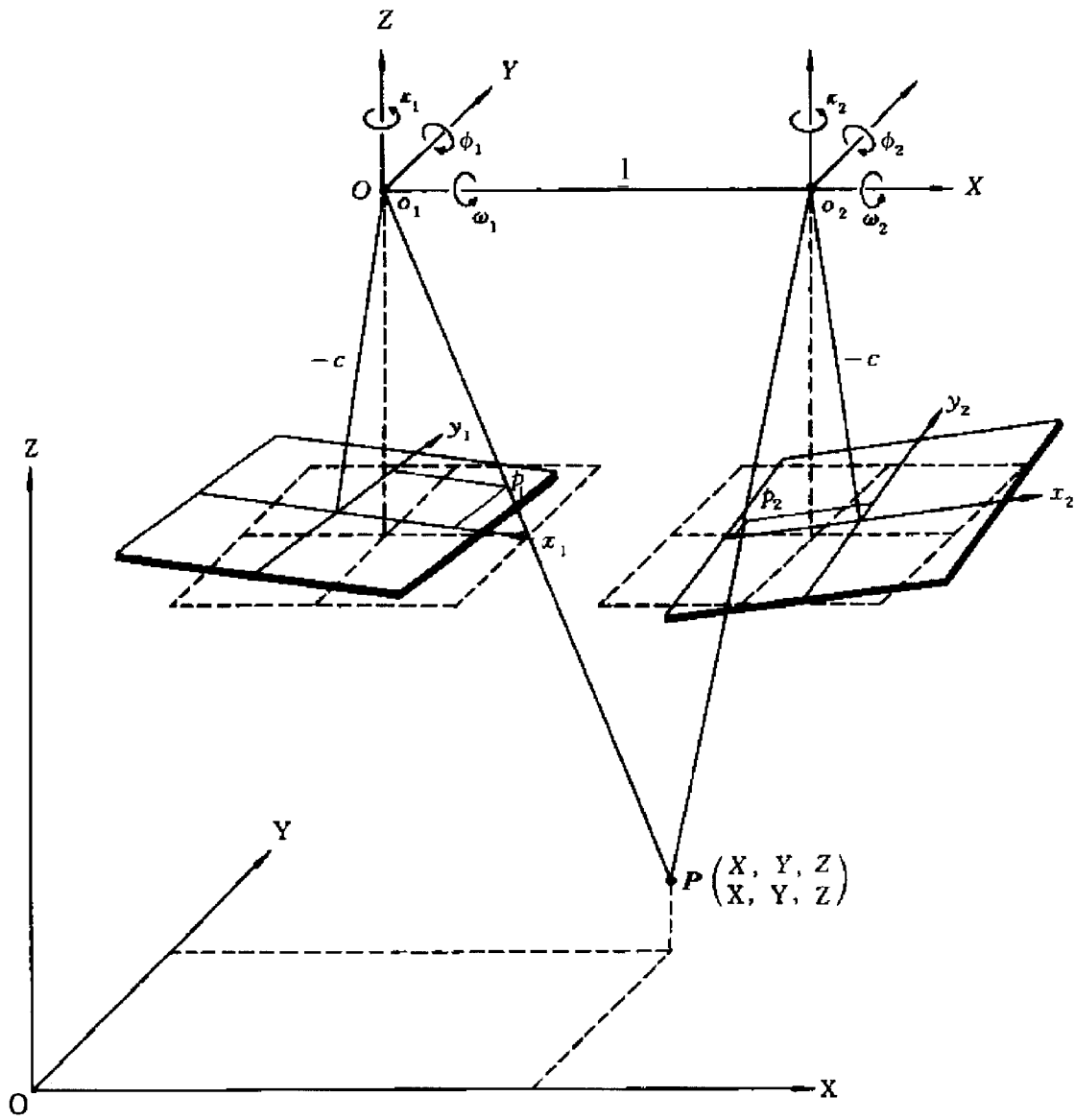
[図9]



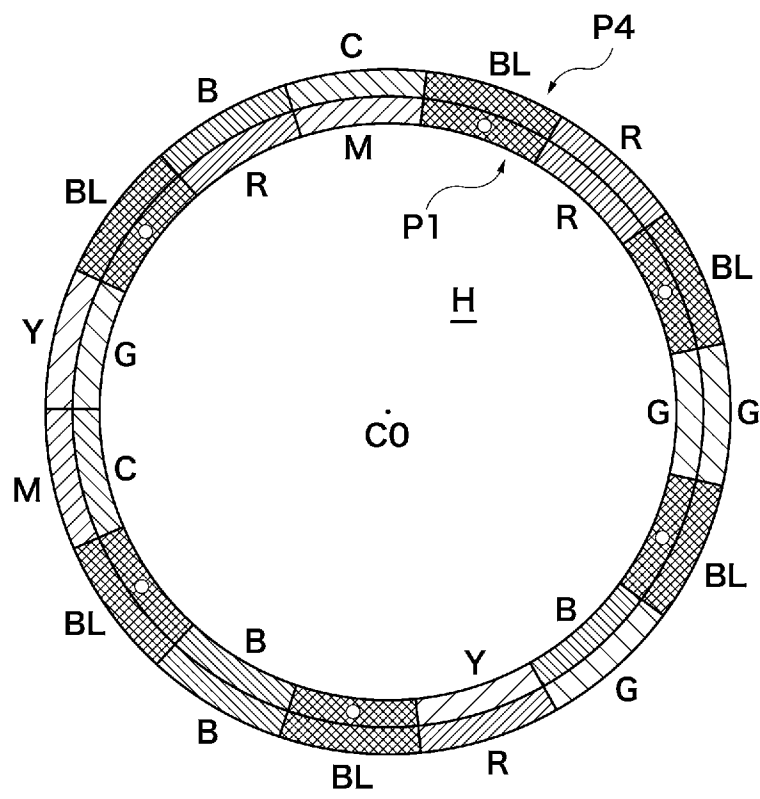
[図10]



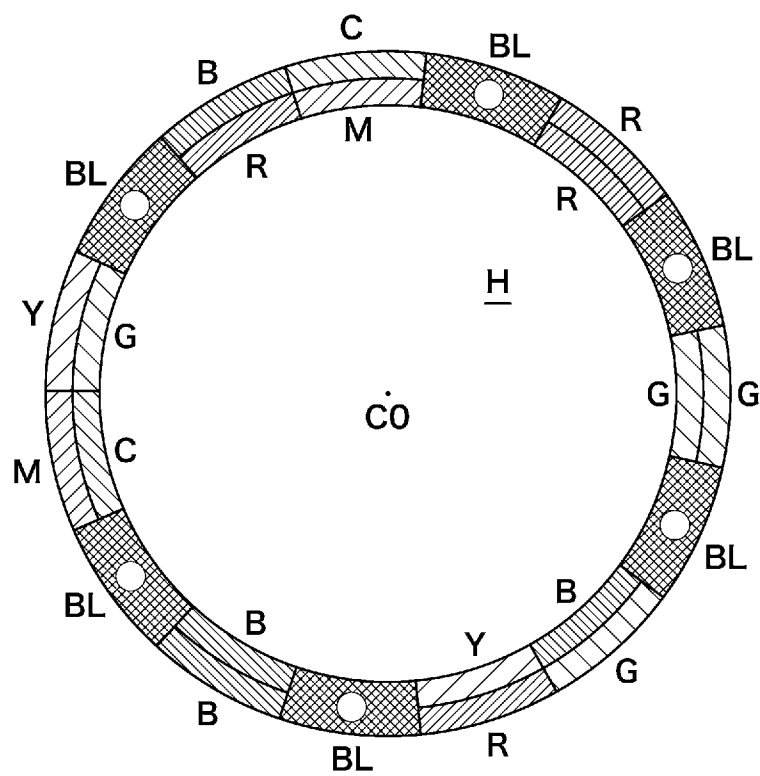
[図11]



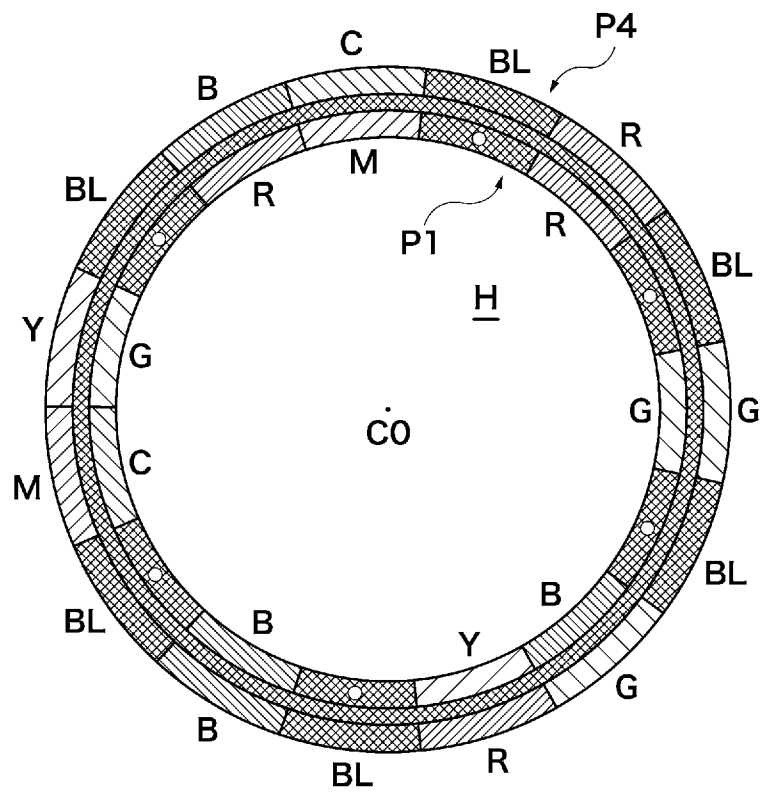
[図12]

TA4

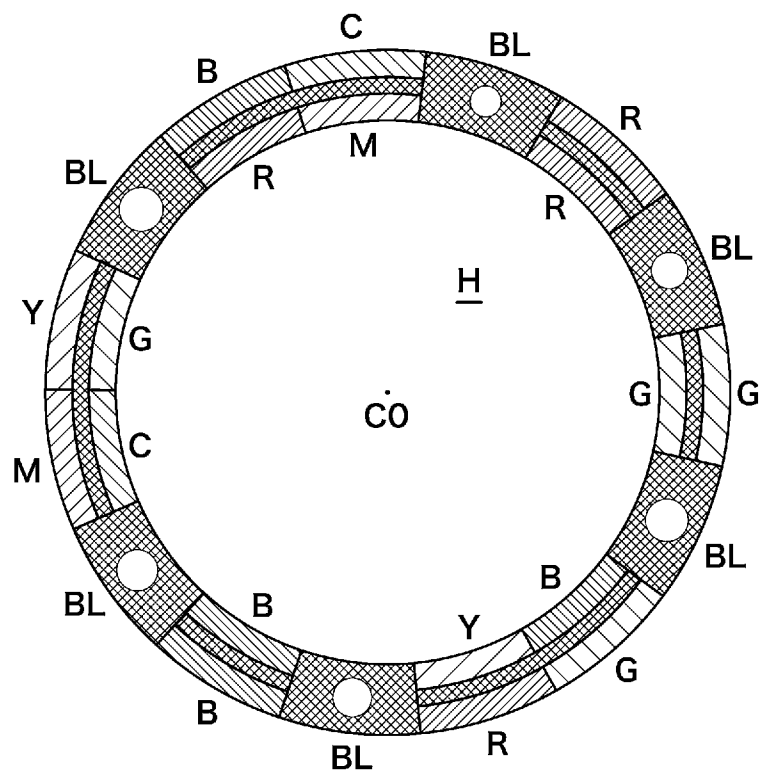
[図13]

TA5

[図14]

TA6

[図15]

TA7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/063881

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C15/06(2006.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G01B11/245(2006.01)i, G01C11/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01C15/06, G01B11/00, G01B11/24, G01B11/245, G01C11/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-139197 A (Topcon Corp.), 25 June 2009 (25.06.2009), entire text; all drawings & US 2009/0148037 A1 & EP 2068117 A2	1-14
A	JP 2007-3233 A (Ritsumeikan), 11 January 2007 (11.01.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2007-107958 A (Oura Kosoku Kabushiki Kaisha), 26 April 2007 (26.04.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 October, 2010 (25.10.10)

Date of mailing of the international search report
02 November, 2010 (02.11.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/063881

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2004-220510 A (Minolta Co., Ltd.), 05 August 2004 (05.08.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01C15/06(2006.01)i, G01B11/00(2006.01)i, G01B11/24(2006.01)i, G01B11/245(2006.01)i,
G01C11/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01C15/06, G01B11/00, G01B11/24, G01B11/245, G01C11/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-139197 A (株式会社トプコン) 2009.06.25, 全文, 全図 & US 2009/0148037 A1 & EP 2068117 A2	1-14
A	JP 2007-3233 A (学校法人立命館) 2007.01.11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2007-107958 A (大浦工測株式会社) 2007.04.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 2 . 1 1 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

丑田 真悟

2 S

3 1 0 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2004-220510 A (ミノルタ株式会社) 2004.08.05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14