

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4299010号
(P4299010)

(45) 発行日 平成21年7月22日 (2009. 7. 22)

(24) 登録日 平成21年4月24日 (2009. 4. 24)

(51) Int. Cl.

F 1

G 0 6 T 17/50 (2006. 01)

G 0 6 T 17/50

G 0 6 T 1/00 (2006. 01)

G 0 6 T 1/00 2 8 5

G 0 9 B 29/00 (2006. 01)

G 0 9 B 29/00 A

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-10042 (P2003-10042)
 (22) 出願日 平成15年1月17日 (2003. 1. 17)
 (65) 公開番号 特開2004-220516 (P2004-220516A)
 (43) 公開日 平成16年8月5日 (2004. 8. 5)
 審査請求日 平成17年12月28日 (2005. 12. 28)

(73) 特許権者 000135771
 株式会社パスコ
 東京都目黒区東山 1 丁目 1 番 2 号
 (74) 代理人 100128864
 弁理士 川岡 秀男
 (74) 代理人 100093986
 弁理士 山川 雅男
 (72) 発明者 笹川 正
 東京都目黒区東山 1 丁目 1 番 2 号 株式会
 社パスコ内
 審査官 相澤 祐介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元地理形状モデルのテクスチャ画像取得方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

地上所定高さを飛行する飛行体に該飛行体の飛行方向を副走査方向として飛行方向線に対して光軸を含む平面がそれぞれ異なるように配置された3個のパンクロラインセンサをGPSおよび慣性計測装置とともに搭載させるとともに、同じく飛行体の飛行方向を副走査方向として光軸が直下視以外の方向に向けられたRGBカラーラインセンサを前記飛行体に搭載させて、パンクロライセンサにより得られる3Dモデル生成用ラインセンサ画像とGPSおよび慣性計測装置により得られる評定情報とに基づいて3次元地理形状モデルを生成するとともに、

前記RGBカラーラインセンサにより撮影した撮影画像の撮影航路および俯角を前記評定情報に基づいて当該撮影領域に対応する3次元地理形状モデル内でシミュレーションして前記3次元地理形状モデルをモデル構成面の位置が該3次元地理形状モデルの3次元座標空間内で特定された状態で2次元投影し、

この後、前記RGBカラーラインセンサにより撮影した撮影画像から前記2次元投影像における前記モデル構成面との対応領域を3次元地理形状モデルのモデル構成面に対するテクスチャ画像として切り出す3次元地理形状モデルのテクスチャ画像取得方法。

【請求項 2】

地上所定高さを飛行する飛行体にGPSおよび慣性計測装置とともに搭載され、飛行体の飛行方向を副走査方向として飛行方向線に対して光軸を含む平面がそれぞれ異なるように配置された3個のパンクロラインセンサにより得られる3Dモデル生成用ラインセンサ画

10

20

像と前記GPSおよび慣性計測装置により得られる評価情報とに基づいて3次元地理形状モデルを生成する3Dモデル生成部と、

前記飛行体に該飛行体の飛行方向を副走査方向として光軸が直下視以外の方向に向けられて同じく搭載されるRGBカラーラインセンサにより撮影した撮影画像の撮影航路および俯角を前記評価情報に基づいて当該撮影領域に対応する3次元地理形状モデル内でシミュレーションし、該3次元地理形状モデルに対する2次元投影像をモデル構成面の位置が該3次元地理形状モデルの3次元座標空間内で特定された状態で生成する2次元投影シミュレーション手段と、

前記RGBカラーラインセンサにより撮影した撮影画像から前記2次元投影像における前記モデル構成面との対応領域をクリッピングして前記モデル構成面に対するテクスチャ画像として切り出すクリッピング手段とを有する3次元地理形状モデルのテクスチャ画像取得装置。

10

【請求項3】

各モデル構成面に対応する2次元投影像が影領域、または隠蔽領域を含む不完全画像か否かを判定する画像判定部を前記2次元投影シミュレーション手段に備えるとともに、

該画像判定部において不完全画像であると判定された場合に、当該2次元投影像に対して前記クリッピング手段により切り出されるテクスチャ画像に代わる適宜のテクスチャ画像を生成する画像生成手段を備える請求項2記載の3次元地理形状モデルのテクスチャ画像取得装置。

【発明の詳細な説明】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、3次元地理形状モデルのテクスチャ画像取得方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

3次元地理形状モデルのモデル構成面等にテクスチャ画像を貼り付けて、よりリアルな3次元テクスチャモデルを構成する場合には、モデル構成面等に対応する画像を作成、あるいは取得する必要がある。従来このようなテクスチャ画像は、例えば、特許文献1に記載されるように、別途個別に対応するオブジェクト（建築物等）を撮影する等して得られる。

30

【0003】

【特許文献1】

特開平11-120374号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述した従来例において、建築物を地上から個別に撮影してテクスチャ画像とするために、取得の工数が膨大となるという欠点がある。

【0005】

本発明は、以上の欠点を解消すべくなされたものであって、テクスチャ画像を正確に、かつ、容易に取得することのできる3次元地理形状モデルのテクスチャ画像取得方法及びこれに使用する3次元地理形状モデルのテクスチャ画像取得装置の提供を目的とする。

40

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば上記目的は、

地上所定高さを飛行する飛行体1に該飛行体1の飛行方向を副走査方向として飛行方向線に対して光軸を含む平面がそれぞれ異なるように配置された3個のパンクロラインセンサ6'をGPS16および慣性計測装置17とともに搭載させるとともに、同じく飛行体1の飛行方向を副走査方向として光軸が直下視以外の方向に向けられたRGBカラーラインセンサ6を前記飛行体1に搭載させて、パンクロライセンサ6'により得られる3Dモデル生成用ラインセンサ画像14とGPS16および慣性計測装置17により得られる評

50

定情報とに基づいて３次元地理形状モデル３を生成するとともに、

前記ＲＧＢカラーラインセンサ６により撮影した撮影画像２の撮影航路および俯角（ ）を前記評定情報に基づいて当該撮影領域に対応する３次元地理形状モデル３内でシミュレーションして前記３次元地理形状モデル３をモデル構成面４の位置が該３次元地理形状モデル３の３次元座標空間内で特定された状態で２次元投影し、

この後、前記ＲＧＢカラーラインセンサ６により撮影した撮影画像２から前記２次元投影画像５における前記モデル構成面４との対応領域を３次元地理形状モデル３のモデル構成面４に対するテクスチャ画像として切り出す３次元地理形状モデルのテクスチャ画像取得方法を提供することにより達成される。

【０００７】

テクスチャ画像を取得するに当たって、テクスチャ画像のマッピング対象である３次元地理形状モデル３と、この３次元地理形状モデル３の対象となっている地物を所定高さから撮影した撮影画像２が用意される。３次元地理形状モデル３には、３次元ポリゴンモデルが使用可能であり、ポリゴンモデルのモデル構成面４の位置は、所定の３次元座標空間内で特定される。

【０００８】

また、上記撮影画像２の撮影位置（レンズ位置）は撮影時に記録されており、上記３次元地理形状モデル３の座標空間内で特定される。３次元地理形状モデル３の座標空間内で撮影位置が特定されると、撮影位置から３次元地理形状モデル３を俯瞰した際の２次元投影画像５を得ることが可能であり、撮影画像２と２次元投影画像５とを位置合わせした後、撮影画像２を上記２次元投影画像５によりクリッピングすると、対応するモデル構成面４に対応するテクスチャ画像が取得される。

【０００９】

したがってこの発明において、テクスチャ画像は、飛行体１から撮影した撮影画像２を切り取るにより得ることができ、取得工数が減少する。

【００１０】

また、例えば、３次元建物ポリゴンの屋上面のテクスチャ画像は、正射投影変換したオルソフォト撮影画像２を切り抜くことにより取得することも可能であるが、一般にオルソフォト撮影画像２は、地表面を投影面とした正射投影変換により得られるために、３次元建物ポリゴン上の屋上面と、オルソフォト撮影画像２とは、撮影点直下以外は、完全に一致することはないために、信頼性に劣るのに対し、本発明においては、テクスチャ画像の取得に際して、３次元地理形状モデル３側を、撮影条件に合わせて２次元投影するために、取得した撮影画像２と２次元投影画像５は確実に一致するために、クリッピング処理が簡便になる上に、信頼性も向上する。

【００１１】

撮影画像２は、航空写真をスキャニングしたり、あるいは飛行体１に搭載したエリアセンサにより直接取得したデジタルデータのように、固定された撮影位置から取得した画像以外に、飛行体１の飛行方向を副走査方向とするラインセンサ６による画像を使用することができる。

【００１３】

ラインセンサ６を使用することにより、飛行方向、すなわち、副走査方向には、中心投影による歪みがなく、俯角（ ）が一定の画像を得ることができるために、２次元投影のシミュレーションが簡単になる。

【００１４】

また、以上の方法は、

地上所定高さを飛行する飛行体１にＧＰＳ１６および慣性計測装置１７とともに搭載され、飛行体１の飛行方向を副走査方向として飛行方向線に対して光軸を含む平面がそれぞれ異なるように配置された３個のパンクロラインセンサ６'により得られる３Ｄモデル生成用ラインセンサ画像１４と前記ＧＰＳ１６および慣性計測装置１７により得られる評定情報とに基づいて３次元地理形状モデル３を生成する３Ｄモデル生成部と、

10

20

30

40

50

前記飛行体 1 に該飛行体 1 の飛行方向を副走査方向として光軸が直下視以外の方向に向けられて同じく搭載される R G B カラーラインセンサ 6 により撮影した撮影画像 2 の撮影航路および俯角 () を前記評定情報に基づいて当該撮影領域に対応する 3 次元地理形状モデル 3 内でシミュレーションし、該 3 次元地理形状モデル 3 に対する 2 次元投影像 5 をモデル構成面 4 の位置が該 3 次元地理形状モデル 3 の 3 次元座標空間内で特定された状態で生成する 2 次元投影シミュレーション手段 7 と、

前記 R G B カラーラインセンサ 6 により撮影した撮影画像 2 から前記 2 次元投影像 5 における前記モデル構成面 4 との対応領域をクリッピングして前記モデル構成面 4 に対するテクスチャ画像として切り出すクリッピング手段 8 とを有する 3 次元地理形状モデルのテクスチャ画像取得装置により実現される。

10

【 0 0 1 5 】

この場合、2 次元投影シミュレーション手段 7 に、各モデル構成面 4 に対応する 2 次元投影像 5 が影領域、または隠蔽領域を含む不完全画像か否かを判定する画像判定部 9 を加えると、撮影画像 2 全体をモデル構成面 4 に対応する 2 次元投影像 5 により分割し、不完全画像でない部分のみをテクスチャ画像として取り出し、採用することが可能となるために、取得効率がより向上する。

【 0 0 1 6 】

また、前記画像判定部 9 において不完全画像であると判定された場合に、適宜のテクスチャ画像を生成する画像生成手段 10 を設けた場合には、不完全画像もテクスチャ画像として利用することが可能となる。

20

【 0 0 1 7 】

【 発明の実施の形態 】

図 1 に 3 D 都市景観モデルの建物屋上、壁面等のモデル構成面 4 のテクスチャを取得するために使用されるテクスチャ画像取得装置のブロック図を示す。このテクスチャ画像取得装置は、データ入力部 11 と 2 次元投影シミュレーション手段 7 とを有し、該データ入力部 11 に地上から所定高度で飛行する航空機 (飛行体 1) から撮影した撮影画像 2 と、撮影位置情報 12、撮影時刻情報 13 及び 3 D モデル (3 次元地理形状モデル 3) が入力される。

【 0 0 1 8 】

この実施の形態において、撮影画像 2 は、図 2 (a) に示すように、飛行体 1 の飛行方向 (図 2 における矢印 F 方向) に対して直交する水平方向、すなわち、図 2 において紙面に直交方向に複数の撮像素子を配列した R G B カラーラインセンサ 6 を使用して取得されたデジタル画像であり、主走査方向へのスキャン操作に伴い取得されるラインデータの集合として得られる。

30

【 0 0 1 9 】

飛行体 1 には、撮影画像 2 を取得するための R G B カラーラインセンサ 6 に加え、3 D モデル生成用ラインセンサ画像 14 を取得するための 3 個のパンクロ (白黒) ラインセンサ 6 ' が搭載される。

【 0 0 2 0 】

各ラインセンサ 6、6 ' は、光軸を含む平面 (光軸面) がラインセンサ 6 毎に飛行体 1 の飛行方向線 F に対して異なるように配置される。この実施の形態において、3 個のパンクロラインセンサ 6 ' は、対物レンズ 15 を介して、飛行方向に対して斜め前後方及び直下の 3 方向から同時にラインデータを取得可能なように配置され、R G B カラーラインセンサ 6 は、直下視以外 (この実施の形態においては前方視) の方向に向けられる。

40

【 0 0 2 1 】

図 2 にラインセンサ 6、6 ' により取得されたラインデータを時系列で並べて画像とした 3 D モデル生成用ラインセンサ画像 14 及び撮影画像 2 を示し、図 2 (b) は斜め前方視用のカラーラインセンサ 6 及びパンクロラインセンサ 6 ' からの出力画像、図 2 (c) は直下視用のパンクロラインセンサ 6 ' からの出力画像、図 2 (d) は斜め後方視用のパンクロラインセンサ 6 ' からの出力画像を各々示す。

50

【 0 0 2 2 】

なお、説明を容易にするために、以下、地上の 3 棟の建物 A、B、C の壁面を各々 A 1、A 2・・・C 3 と付番し、これを撮影した撮影画像 2 及び 3 D モデル生成用ラインセンサ画像 1 4 には、各壁面と同一の番号を付して建物の対応壁面を示す。また、図 3、4 においては、これら建物 A、B、C に対応する 3 次元ポリゴンは、各々現物建物の符号を小文字にして a、b、c と付番し、これら 3 次元ポリゴンのモデル構成面 4 は、建物番号と壁面番号を加えて区別する。すなわち、建物 A の 3 次元ポリゴンには a が付番され、建物 A の壁面 A 1 に対応するポリゴン上のモデル構成面には、4 a 1 が付番される。

【 0 0 2 3 】

図 2 (a) に示すように、上記飛行体 1 には、GPS 1 6 及び慣性計測装置 (IMU 1 7) が搭載され、上記 GPS 1 6 と陸上に配置した図外の GPS 基地局によりラインセンサ 6、6' の位置 (撮影位置情報 1 2) が取得される。また、IMU 1 7 は、図 2 (a) における X 軸周りの傾き (ロール角)、Z 軸周りの傾き (ヨー角) 及び X、Z 軸に直交する Y 軸周りの傾き (ピッチ角) を出力し、これら GPS 1 6 及び IMU 1 7 からの出力は、構成ラインデータを取得する際に逐一評価情報として同時取得される。さらに、GPS 時計の出力値が撮影時刻情報 1 3 として構成ラインデータ取得に同期して蓄積される。

【 0 0 2 4 】

以上のようにして得られた 3 D モデル生成用ラインセンサ画像 1 4 と評価情報は図外の 3 D モデル生成部に出力されて 3 D モデル 3 が生成され、データ入力部 1 1 に入力される。3 D モデル 3 は、各フレーム面 (モデル構成面 4) の位置が一義的に決定可能なように、例えば稜線等に座標が付与された 3 次元ポリゴンデータとして構成される。

【 0 0 2 5 】

以上の 3 D モデル 3 と撮影位置情報 1 2 とは 2 次元投影シミュレーション手段 7 に出力され、該 2 次元投影シミュレーション手段 7 の 2 次元投影像取得部 1 8 において、図 3 (a) に示すように、3 D モデル 3 上で上記カラーラインセンサ 6 の撮影位置をトレースしながら 2 次元投影像 5 を生成する。建物ポリゴン b の屋上面 4 b 2 及び側壁面 4 b 1 のテクスチャ画像を取得する場合を例にとると、まず、建物ポリゴン b の上方所定高さを俯角 () で視点 1 9 が移動することによるモデル構成面 4 b 1、4 b 2 の 2 次元投影像 5 の形状、位置が、幾何学的計算により求められる。

【 0 0 2 6 】

以上のようにして得られた 2 次元投影像 5 と上記撮影画像 2 とは、クリッピング手段 8 において、重ね合わせられた後、撮影画像 2 の 2 次元投影像 5 との重合領域がテクスチャ画像として切り出される。

【 0 0 2 7 】

また、2 次元投影シミュレーション手段 7 は画像判定部 9 を備える。画像判定部 9 は、切り出された各テクスチャ画像が太陽光による影領域、あるいは隣接する建物の陰になって非可視領域を含むか否かを判定し、その状態に応じたフラグを立てて後段に伝達する。

【 0 0 2 8 】

影領域の存否判定は、図 4 (a) に示すように、撮影画像 2、正確にはその構成ラインデータを取得したときの撮影時刻情報 1 3 をもとにして太陽光照射方向 2 0 を算出し、3 D モデル 3 上に太陽光照射をシミュレートして行われ、図示の例においては、ハッチングを施して示すように、隣接する建物 A の影がモデル構成面 4 b 1 に入り込んでいるために、画像判定部 9 は、当該モデル構成面 4 b 1 は影領域を含む旨のフラグを添付してクリッピング手段 8 に出力する。これに対し、図 4 (b) に示すように、建物 B の屋上面 4 b 2 は、太陽光による他の建物の影は発生しないので、影なしのフラグが添付される。

【 0 0 2 9 】

非可視領域とは、図 4 (b) の建物 C のように、隣接する他の建物 B の陰に隠れて撮影画像 2 に表示されない部分を指すもので、3 D モデル 3 への投影において画像判定部 9 が非可視領域を検出した際には、図 4 (b) において破線で示す領域を補充した上で、非可視領域を含む旨のフラグが添付されて後段に出力される。

【 0 0 3 0 】

このようにして画像判定部 9 において不完全画像であることが判定されると、画像生成手段 10 において不完全画像の修正が行われる。修正は、不完全画像の状態により適宜選択され、例えば、影領域を含み、該影領域が色相を有する場合には、影領域の輝度を周囲の輝度に合わせることで修正される。

【 0 0 3 1 】

また、影領域が R G B とともに輝度を有しない黒画像である場合には、周囲の画像を重ね合わせ、全領域が黒画像である場合には、予め用意しておいた適宜の画像を貼り付けてテクスチャ画像とする。

【 0 0 3 2 】

さらに、不完全画像が非可視領域を含む場合にも、同様に、周辺の画像を適用するか、あるいは予め用意しておいた画像を貼り付けてテクスチャ画像とする。

【 0 0 3 3 】

このようにして得られたテクスチャ画像は、図 3 (b) に示すように、建物ポリゴンの側モデル構成面 4 形状に対して投影による歪みを有しているために、これをアフェイン変換して形状を一致させた後、建物ポリゴンのモデル構成面 4 に関連付けて記憶される。

【 0 0 3 4 】

【 発明の効果 】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、テクスチャ画像を正確に、かつ、容易に取得することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明を示すブロック図である。

【 図 2 】 撮影画像の取得状態を示す説明図で、(a) は飛行体による地物の撮影状態を示す図、(b) は撮影画像を示す図、(c) は飛行体直下画像を示す図、(d) は後方画像を示す図である。

【 図 3 】 本発明の動作を示す図で、(a) は 3 D モデル上での飛行経路のシミュレーションを示す図、(b) はテクスチャ画像の切り出しを示す図である。

【 図 4 】 不完全画像の修正を示す図で、(a) は 3 D モデル上での太陽光線のシミュレーションを示す図、(b) は影部と隠蔽部とを示す図である。

【 符号の説明 】

- 1 飛行体
- 2 撮影画像
- 3 3 次元地理形状モデル
- 4 モデル構成面
- 5 2 次元投影像
- 6 ラインセンサ
- 7 2 次元投影シミュレーション手段
- 8 クリッピング手段
- 9 画像判定部
- 10 画像生成手段
- 俯角

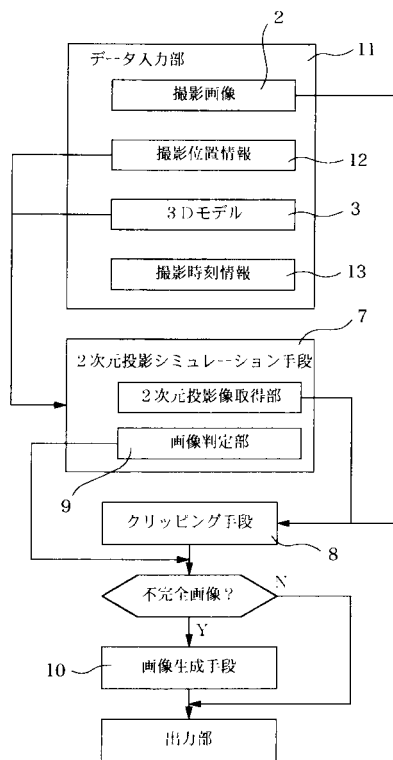
10

20

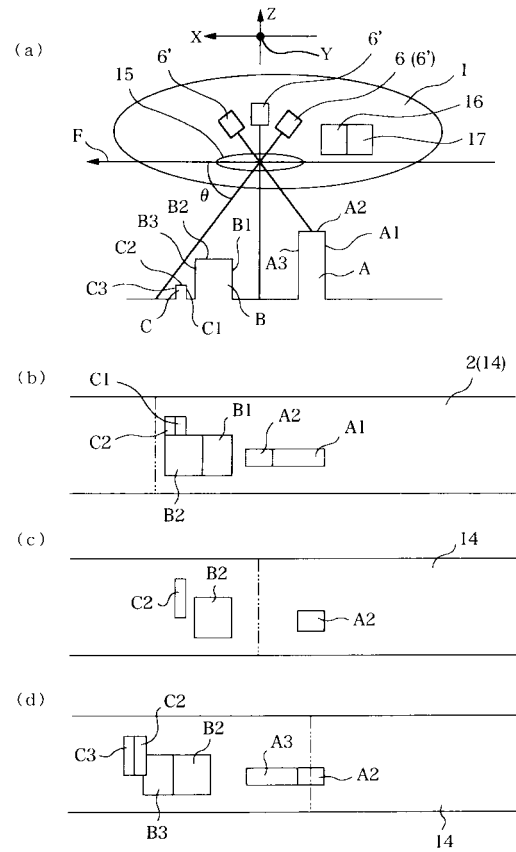
30

40

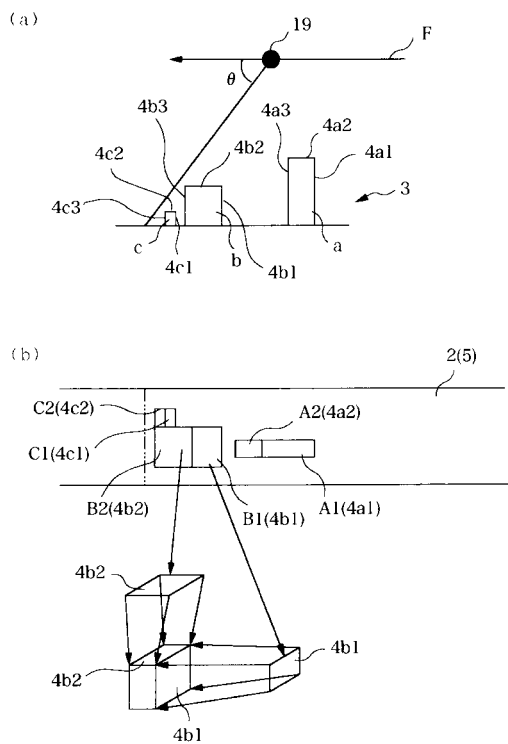
【図 1】



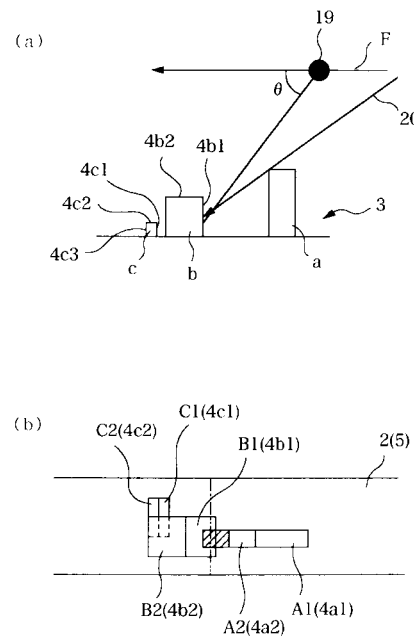
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-329552(JP,A)
特開2002-185981(JP,A)
特開平07-170443(JP,A)
特開平10-269347(JP,A)
特開平11-345319(JP,A)
吉成雄一郎, 3次元画像計測と産業応用, 映像情報, 日本, 産業開発機構(株), 2000年
7月1日, 第32巻 第13号, P31~P36
長谷川裕之、外3名, レーザスキャナとCCDスキャナによる正射画像の作成, 日本写真測量学会
学術講演会発表論文集(1998年 秋季), 日本, 1998年10月, P51~P54
政春尋志、外2名, ヘリ搭載レーザスキャナによる都市3次元モデルの作成, 日本リモート
センシング学会学術講演会論文集, 日本, 1998年11月, Vol.25, P135~P136
神谷泉, ヘリレーザスキャナと建物平面形データによる3次元モデルの作成, 日本リモートセ
ンシング学会第26回(平成11年度春季)学術講演論文集, 日本, 日本リモートセンシング学
会, 1999年 5月19日, 459-462

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00, 11/00-17/50

G09B 29/00