

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-522768

(P2016-522768A)

(43) 公表日 平成28年8月4日 (2016. 8. 4)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 6 4 D 47/08 (2006. 01)	B 6 4 D 47/08	5 B 0 5 7
G 0 6 T 5/00 (2006. 01)	G 0 6 T 5/00 7 2 5	
G 0 6 T 1/00 (2006. 01)	G 0 6 T 1/00 2 8 5	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 48 頁)

(21) 出願番号	特願2016-503322 (P2016-503322)	(71) 出願人	515254080 トロ、インク、 アメリカ合衆国、94024 カリフォル ニア州、ロス アルトス、1318 ホー リー アベニュー
(86) (22) 出願日	平成26年3月15日 (2014. 3. 15)	(74) 代理人	100104411 弁理士 矢口 太郎
(85) 翻訳文提出日	平成27年11月12日 (2015. 11. 12)	(72) 発明者	マッククラッチー、イアイン リチャード タイロン アメリカ合衆国、94024 カリフォル ニア州、ロス アルトス、1318 ホー リー アベニュー
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/030058		
(87) 国際公開番号	W02014/145319		
(87) 国際公開日	平成26年9月18日 (2014. 9. 18)		
(31) 優先権主張番号	61/786, 311		
(32) 優先日	平成25年3月15日 (2013. 3. 15)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 傾斜画像を対角線上に収集するための歪み修正センサ

(57) 【要約】

【解決手段】 回転されたカメラグループを用いて、名目進行方向に沿って傾斜画像を収集する乗物であって、選択的に歪み修正電子画像センサを用いて、投影された画素の縦列または横列を地上の所定方向と整列させて、収集の質、効率、および/または費用を改善する。第1の態様では、カメラグループは、名目進行方向に対して対角状に回転される。第2の態様では、歪み修正電子画像センサは、投影された画素の縦列または横列を地上の所定方向と整列させる。第3の態様では、歪み修正電子画像センサは、カメラの光軸の周りで回転される。第4の態様では、カメラはストリップ内で画像を収集して、異なるカメラのストリップは重なり合い、大きなベースラインで、小さな時間差の立体視を提供する。

【選択図】 図6

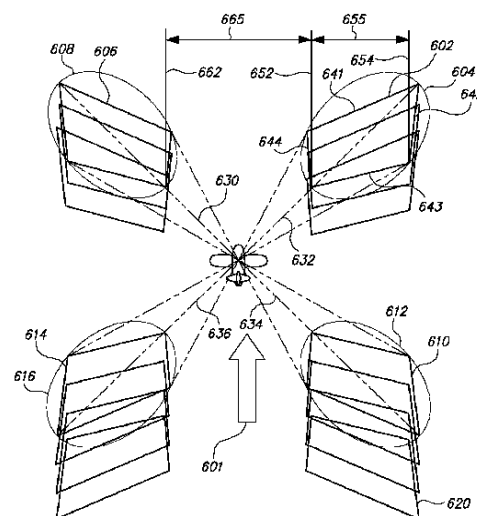


FIG. 6

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

方法であって、

名目進行方向に乗物を操作する工程と、

1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する工程とを有し、

前記カメラグループの少なくとも 1 つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向され、かつ少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、複数の画素素子の 1 若しくはそれ以上の一次元の集まりを有し、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、前記一次元の集まりが前記表面上に投影されるとき、前記名目進行方向とほぼ整列するように配置されるものである

方法。

10

【請求項 2】

方法であって、

名目進行方向に乗物を操作する工程と、

1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する工程とを有し、

前記カメラグループの少なくとも 1 つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向され、かつ少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、複数の画素素子の 1 若しくはそれ以上の一次元の集まりを有し、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、前記名目進行方向と前記表面上の前記一次元の集まりの投影との間の差を減少するように配置される方法。

20

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の方法において、前記一次元の集まりは、前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサの横列の集まりと縦列の集まりのいずれかに相当する方法。

【請求項 4】

30

方法であって、

名目進行方向に乗物を操作する工程と、

1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する工程とを有し、

前記カメラグループの少なくとも 1 つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向され、かつ少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、複数の非均一の画素素子を有し、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、前記非均一の画素素子が前記表面上に投影されるとき、ほぼ台形から長方形まで変形されるように配置される方法。

40

【請求項 5】

請求項 1、2、または 4 記載の方法において、前記傾斜画像の撮影は、前記カメラグループの前記少なくとも 1 つの見下ろし角度に従い、かつ、前記配置は、少なくとも一部前記見下ろし角度に基づく方法。

【請求項 6】

請求項 1、2、または 4 記載の方法において、前記配置は、スワス幅の向上、信号対ノイズ比の向上、および表面上への画素の投影の均一性の向上の任意の 1 若しくはそれ以上に従う方法。

【請求項 7】

方法であって、

50

名目進行方向に乗物を操作する工程と、

1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する工程とを有し、

前記カメラグループの少なくとも1つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向され、かつ複数の歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記歪み修正電子画像センサの各々は、スワ幅の向上、信号対ノイズ比の向上、および表面上への画素の投影の均一性の向上の任意の1若しくはそれ以上に従って、それぞれの角度で回転される方法。

【請求項8】

10

方法であって、

名目進行方向に乗物を操作する工程と、

1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する工程とを有し、

前記カメラグループの少なくとも1つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角で指向し、かつ、複数の歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記カメラグループの少なくとも1つのカメラは、関連するペッツパール面を有し、かつ、前記歪み修正電子画像センサの各々は、前記ペッツパール面内のそれぞれの歪み修正電子画像センサのそれぞれの位置に少なくとも一部基づいて、それぞれの角度で回転される方法。

20

【請求項9】

請求項1、2、4、7、または8記載の方法において、前記斜角は、90度を規範とした任意の鋭角である方法。

【請求項10】

請求項1、2、4、7、または8記載の方法において、前記斜角は、90度を規範とした15度と75度間にある方法。

【請求項11】

請求項1、2、4、7、または8記載の方法において、前記乗物は飛行する乗物であり、かつ前記表面は地面である方法。

30

【請求項12】

装置であって、

1 若しくはそれ以上のカメラグループであって、各々のカメラグループは表面の傾斜画像を撮影可能であり、名目進行方向に従う乗物内で操作可能である、前記1若しくはそれ以上のカメラグループと、

前記カメラグループの少なくとも1つ内に含まれる少なくとも1つの歪み修正電子画像センサであって、前記少なくとも1つの前記カメラグループは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向されているものである、前記少なくとも1つの歪み修正電子画像センサと

40

を有し、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記少なくとも1つの歪み修正電子画像センサは、複数の画素素子の1若しくはそれ以上の一次元の集まりを有し、

前記少なくとも1つの歪み修正電子画像センサは、前記一次元の集まりが前記表面上に投影されるとき、前記名目進行方向と整列するように配置される装置。

【請求項13】

装置であって、

1 若しくはそれ以上のカメラグループであって、各々のカメラグループは表面の傾斜画像を撮影可能であり、名目進行方向に従う乗物内で操作可能である、前記1若しくはそれ以上のカメラグループと、

50

前記カメラグループの少なくとも１つ内に含まれる少なくとも１つの歪み修正電子画像センサであって、前記少なくとも１つの前記カメラグループは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向されているものである、前記少なくとも１つの歪み修正電子画像センサと

を有し、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記少なくとも１つの歪み修正電子画像センサは、複数の画素素子の１若しくはそれ以上の一次元の集まりを有し、

前記少なくとも１つの歪み修正電子画像センサは、前記名目進行方向と、前記表面上の前記一次元の集まりの投影との間の差を減少するように配置される装置。

10

【請求項１４】

請求項１２または１３記載の装置において、前記一次元の集まりの各々は、前記少なくとも１つの歪み修正電子画像センサのそれぞれの横列とそれぞれの縦列のいずれかに相当する装置。

【請求項１５】

各々が表面の傾斜画像を撮影可能なカメラグループを１若しくはそれ以上有し、名目進行方向に従う乗物内で前記カメラグループは操作可能であり、

少なくとも１つの歪み修正電子画像センサを前記カメラグループの少なくとも１つ内に含めて、前記カメラグループの前記少なくとも１つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角で指向する装置であって、

20

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記少なくとも１つの歪み修正電子画像センサは、複数の非均一な画素素子を有し、

前記少なくとも１つの歪み修正電子画像センサは、前記非均一な画素素子が前記表面上に投影されるとき、ほぼ台形から長方形へ変形されるように配置される装置。

【請求項１６】

請求項１２、１３、または１５記載の装置において、前記傾斜画像の撮影は、前記カメラグループの前記少なくとも１つの見下ろし角度に従い、かつ、前記配置は、少なくとも一部前記見下ろし角度に基づく装置。

【請求項１７】

請求項１２、１３、または１５記載の装置において、前記配置は、スワス幅の向上、信号対ノイズ比の向上、および表面上への画素の投影の均一性の向上の任意の１若しくはそれ以上に従う装置。

30

【請求項１８】

装置であって、

１若しくはそれ以上のカメラグループであって、各々のカメラグループは表面の傾斜画像を撮影可能であり、名目進行方向に従う乗物内で操作可能である、前記１若しくはそれ以上のカメラグループと、

前記カメラグループの少なくとも１つ内に含まれる少なくとも１つの歪み修正電子画像センサであって、前記少なくとも１つの前記カメラグループは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向されているものである、前記少なくとも１つの歪み修正電子画像センサと

40

を有し、

前記カメラグループの前記少なくとも１つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角で指向し、かつ複数の歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記各々の歪み修正電子画像センサは、スワス幅の向上、信号対ノイズ比の向上、および表面上への画素の投影の均一性の向上の任意の１若しくはそれ以上に従って、それぞれの角度で回転される装置。

【請求項１９】

装置であって、

50

1 若しくはそれ以上のカメラグループであって、各々のカメラグループは表面の傾斜画像を撮影可能であり、名目進行方向に従う乗物内で操作可能である、前記 1 若しくはそれ以上のカメラグループと、

前記カメラグループの少なくとも 1 つ内に含まれる少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサであって、前記少なくとも 1 つの前記カメラグループは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向されているものである、前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサと

を有し、

前記カメラグループの前記少なくとも 1 つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角で指向し、かつ複数の歪み修正電子画像センサを含み、

10

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記カメラグループの前記少なくとも 1 つのカメラは、関連するペッツパール面を有し、かつ、前記歪み修正電子画像センサの各々は、前記ペッツパール面内の前記それぞれの歪み修正電子画像センサのそれぞれの位置に少なくとも一部基づいて、それぞれの角度で回転される装置。

【請求項 20】

請求項 12、13、15、18、または 19 記載の装置において、前記斜角は、90 度を規範とした任意の鋭角である装置。

【請求項 21】

請求項 12、13、15、18、または 19 記載の装置において、前記斜角は、90 度を規範とした 15 度と 75 度間にある装置。

20

【請求項 22】

請求項 12、13、15、18、または 19 記載の装置において、前記乗物は飛行する乗物であり、かつ前記表面は地面である装置。

【請求項 23】

システムであって、

名目進行方向に乗物を操作する手段と、

1 若しくはそれ以上のカメラグループと、

前記 1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する手段と、
を有し、

30

前記カメラグループの少なくとも 1 つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向され、かつ少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、複数の画素素子の 1 若しくはそれ以上の一次元の集まりを有し、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、前記一次元の集まりが前記表面上に投影されるとき、前記名目進行方向とほぼ整列するように配置されるシステム。

【請求項 24】

システムであって、

名目進行方向に乗物を操作する手段と、

40

1 若しくはそれ以上のカメラグループと、

前記 1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する手段と、
を有し、

前記カメラグループの少なくとも 1 つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向され、かつ少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、複数の画素素子の 1 若しくはそれ以上の一次元の集まりを有し、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、前記名目進行方向と、前記表面上の前記一次元の集まりの投影との間の差を減少するように配置されるシステム。

50

【請求項 25】

請求項 23 または 24 記載のシステムにおいて、前記一次元の集まりは、前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサの横列の集まりと縦列の集まりのいずれかに相当するシステム。

【請求項 26】

システムであって、

名目進行方向に乗物を操作する手段と、

1 若しくはそれ以上のカメラグループと、

前記 1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する手段と、
を有し、

10

前記カメラグループの少なくとも 1 つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向され、かつ少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、複数の非均一の画素素子を有し、

前記少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサは、前記非均一の画素素子が前記表面上に投影されるとき、ほぼ台形から長方形へ変形するように配置されるシステム。

【請求項 27】

請求項 23、24、または 26 記載のシステムにおいて、前記傾斜画像の撮影は、前記カメラグループの前記少なくとも 1 つの見下ろし角度に従い、かつ前記配置は、少なくとも一部前記見下ろし角度に基づくシステム。

20

【請求項 28】

請求項 23、24、または 26 記載のシステムにおいて、前記配置は、スワス幅の向上、信号対ノイズ比の向上、および表面上への画素の投影の均一性の向上の任意の 1 若しくはそれ以上に従うシステム。

【請求項 29】

システムであって、

名目進行方向に乗物を操作する手段と、

1 若しくはそれ以上のカメラグループと、

前記 1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する手段と、
を有し、

30

前記カメラグループの少なくとも 1 つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向され、かつ少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサを含み、

であり、

前記歪み修正電子画像センサの各々は、スワス幅の向上、信号対ノイズ比の向上、および表面上への画素の投影の均一性の向上の任意の 1 若しくはそれ以上に従って、それぞれの角度で回転されるシステム。

【請求項 30】

システムであって、

名目進行方向に乗物を操作する手段と、

1 若しくはそれ以上のカメラグループと、

40

前記 1 若しくはそれ以上のカメラグループを用いて表面の傾斜画像を撮影する手段と、
を有し、

前記カメラグループの少なくとも 1 つは、前記名目進行方向に対して特定の平面角に配向され、かつ少なくとも 1 つの歪み修正電子画像センサを含み、

前記特定の平面角は、前記名目進行方向に対する斜角であり、

前記カメラグループの前記少なくとも 1 つのカメラは、関連するペッツパール面を有し、かつ、前記歪み修正電子画像センサの各々は、前記ペッツパール面内の前記それぞれの歪み修正電子画像センサのそれぞれの位置に少なくとも一部基づいて、それぞれの角度で回転されるシステム。

【請求項 31】

50

請求項 23、24、26、29、または 30 記載のシステムにおいて、前記斜角は、90度を規範とした任意の鋭角であるシステム。

【請求項 32】

請求項 23、24、26、29、または 30 記載のシステムにおいて、前記斜角は、90度を規範とした 15度と 75度間にあるシステム。

【請求項 33】

請求項 23、24、26、29、または 30 記載のシステムにおいて、前記乗物は飛行可能であり、かつ前記表面は地面であるシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、添付した出願データシート、請求または送付状（適当なものは全て）において成されているように、優先権の利益を主張する。先の出願の種類によって許容される範囲内で、本出願は、以下の出願について、全ての目的で、この参照によりその全体を本明細書に組み込んでおり、その全てを、本発明が成されたときに先の出願とともに共通して所有している。

【0002】

米国仮出願（整理番号：第 TL - 12 - 01 および仮出願番号：第 61 / 786 , 311号）、2013年3月15日付けで出願し、最初の発明者の名前は、レイン リチャード タイロン、マクラッチー（Lain Richard Tyrone McClatchie）、および発明の名称は、傾斜画像の対角状の収集（DIAGONAL COLLECTION OF OBLIQUE IMAGERY）である。

20

【0003】

適用分野：写真測量では、性能、効率、および使用の有用性を向上するために改善が求められている。

【0004】

関連技術：状況、定義、または比較の目的に関するものを含む、本明細書に記載の技術および概念は、公的または十分に公知であると明白に特定されていない限り、このような技術および概念が既に公的に知られている、または先行技術の一部である承認として解釈されるべきではない。特許、特許出願、および公開文献を含む、本明細書に引用される全ての参考文献は（存在する場合はどれも）、それらがはっきりと組み込まれているか否かにかかわらず、全ての目的用に、この参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

30

【背景技術】

【0005】

カメラの実施例として撮像システムがあるが、これは、少なくとも1つのペッツバル（Petzval）面（例えば、焦点面）上の光に焦点を合わせるレンズを用いて画像を取込み、そしてペッツバル面上の少なくとも1つの画像センサを用いて画像を撮影する。焦点面は、平らなペッツバル面の例である。しかし、場合によっては、ペッツバル面は平らである必要はなく、レンズの設計に合わせて、選択的に湾曲にされている。画像センサの例としては、フィルムセンサおよび電子画像センサを含む。電子画像センサの例としては、電荷結合装置（Charge Coupled Device：CCD）センサと相補型金属酸化膜半導体（Complementary Metal - Oxide Semiconductor：CMOS）センサがあり、例えば、これらはアプティナ社（Aptina）によって製造されている。カメラの出現光軸（emerging optical axis）の例は、光が地上から移動して、レンズの視界の中心でカメラの入口に到達するまでの経路である。カメラの内側の光の経路は反射面によって折り返されることがあるが、最終的に、出現光軸に沿って到達する光は、ペッツバル面の中心に集まる。鋭角の例は、ゼロ度よりも大きく、かつ90度よりも小さい角度である。斜角の例は、例えば、直角（例えば、90度）ではなく、かつ直角の倍数（例えば、90度を規範

40

50

または尺度としない)でもない角度である、鋭角または鈍角である。

【0006】

幾つかの地図は、カメラの視点が真下に向いていることを想定しているが、これは、正射(または最下点(nadir))の視点と呼ばれている。幾つかの実施例および/または態様において、これは、例えば、正射画像等の地図を作成するために用いられる撮像画像の視点でもある。しかしながら、正射画像では、物体の相対的な高さに関する全ての情報と、幾つかの面(例えば、建物の垂直面)に関する情報が失われている。

【0007】

他の地図では、カメラの視点は、真下ではなく、水平線より下の角度で、下を見ることを想定しているが、これは、傾斜視点と呼ばれている。カメラの見下ろし角度(down angle)の例は、水平線に対して上方または下方のカメラの出現光軸の角度である。即ち、最下点の視点での角度は90度である。そして、傾斜視点での見下ろし角度は、例えば、20度から70度の間である。幾つかの実施形態および/または態様において、傾斜視点で撮影するために用いられるカメラは、傾斜カメラとして参照され、そしてこれによって得られる画像は、傾斜画像として参照される。幾つかの態様において、傾斜画像は、物体および/または場所を容易に認識するのに有用な情報(例えば、高さおよび垂直面)を提供するため、便利であるが、この情報は、正射画像では、喪失されることがある。

10

【0008】

幾つかの実施形態では、複数の視点から傾斜画像を撮影するように、地上の同じ点が撮影される(例えば、1つの建物を4つの視点から見て、北、南、東、および西の基本方向のそれぞれから見る)。これは、地上-集中式の収集として参照されることがあるが、これによって、地上-集中式の傾斜画像が得られる。様々な態様において、地上-集中式の空中での傾斜画像が、例えば、特に広い地理的領域にわたって、不動産の価値や損傷を評価するために有用である。幾つかの態様において、地上-集中式の収集プログラムでは、それぞれの基本方向から、何らかの所定の目標領域内の全ての点の画像を収集することが重要である。撮影解像度は、地上の距離単位で測定されており(例えば、画素毎に4インチ)、目標領域内の異なる点の間であまり変化しないことがある。

20

【0009】

幾つかの実施形態では、複数の視点を用いて、単一の点から、複数の傾斜画像が撮影されており(例えば、各基本方向で1つの建物から眺める4つの視点)、これはまた、空-集中式の収集としても知られている。幾つかの態様において、単一の点からパノラマ状の眺めを作成するために、空-集中式の画像が用いられている。幾つかの態様において、空-集中式の収集プログラムでは、各視点から連続状のパノラマを収集することが重要である。撮影解像度は、視点における角度単位で測定されることがある(例えば、360度のパノラマを横切る20,000画素)。

30

【0010】

様々な実施形態では、カメラグループは、ほぼ同じ画像を撮影する、1若しくはそれ以上のカメラのシステムである(例えば、各光軸は、共通の参照軸の5度以内に整列される)。例えば、人間の目の通常の1対は、単一の画像に焦点を合わせる2つのカメラグループとして機能している。様々な態様において、カメラグループは任意の数のカメラを有する。

40

【0011】

幾つかの実施形態では、カメラのセットは、異なる画像を撮影する1若しくはそれ以上のカメラおよび/またはカメラグループから成るシステムである。2つのカメラのセットの一例は、最下点カメラと傾斜カメラである。4つのカメラのセットの他の例は、それぞれ、異なる基本方向に指向する、4つの傾斜カメラである。様々な態様において、カメラのセットは任意の数のカメラおよび/またはカメラグループを有する。

【0012】

乗物の名目の進行方向(以下、名目進行方向という)の例は、乗物の全体的な移動方向

50

である。多くの態様において、瞬間的な移動方向は、名目進行方向から逸脱する。例えば、飛行機が真北に向かう飛行経路に沿って飛行するとき、名目進行方向は北であるが、西から東へ風が吹くことがある。飛行経路上に飛行機を保つため、パイロットは飛行機の方を風に向かう方向に合わせるが、この場合、瞬間的な進行方向は北から西へかなりの度合いで逸れる。他の例では、自動車がまっすぐな道路を移動するが、この道路は南から北へ向かい、さらに幾つかのレーンを有するものとする。この名目進行方向は北である。しかしながら、障害物に衝突することを避けるため、自動車はレーンを変更して、瞬間的に北西に移動して、このため厳密に北に向かわないことがある。この瞬間的な調整にかかわらず、名目進行方向は依然として北である。反対に、自動車が北から90度転回して西に移動するとき、名目進行方向は今度は西になる。

10

【0013】

乗物上の傾斜カメラの平面角 (plane angle) の例は、乗物の名目進行方向と、地面上に投影されるカメラの出現光軸との間の角度である。平面角は、0度から360度まで変化する。幾つかのカメラは安定化プラットフォーム上に取付けられているが、この場合、瞬間的な進行方向が変化したときでも、カメラは平面角を保つ。幾つかのカメラは乗物上に直接的に取付けられている。なお、乗物が停止したときでも、名目進行方向を有することがあり、例えば、北に向かう飛行経路を有するヘリコプターは周期的に停止することがあるが、しかし依然として、北に向かう名目進行方向を有することに留意されたい。

20

【0014】

空 - 集中式の収集に用いられるカメラのセットは、乗物が直接的にその上方を移動する地上の点について、乗物の経路の側方にずれる地上の点と比べて、フィルム (以降、画素) をはるかに多く消費する。空中の写真撮影術と写真測量が飛行機を用い始めたとき、費用の削減のため、フィルムの使用をより少なくすることが重要になった。幾つかのカメラのセットは、初期の設計における前方と後方に面する傾斜カメラを取り外して、最下点カメラと側方を指向する2つの傾斜カメラを用いていた (例えば、全ての出現光軸は、ほぼ飛行機の名目進行方向に対して垂直である)。直線に飛行して、重なり合う画像を撮影する際、これらカメラのセットは、より複雑なパノラマ用のカメラおよび/またはカメラのセットと同じ解像度で、しかしより少ないフィルムで、地上の領域を同じ量で撮影する。

30

【0015】

飛行方向の適用範囲 (軌道として記載されることもある) は、幾つかの態様において、主に飛行距離によって決定される。飛行方向に対して直交する適用範囲 (交差軌道として記載されることもある) は、幾つかの態様において、主に飛行機の高度とカメラの設計によって決定される。交差軌道方向の適用範囲は、スワス (swath) と呼ばれることがある。傾斜カメラと最下点カメラの双方を備えたカメラのセットの1つの利点として、複雑なレンズ設計を用いることなく、より大きなスワスを得ることができる (単一の大きな視界 (Field of View)、例えば、魚の目のFOVのようなもの)。

【0016】

幾つかの空 - 集中式の収集態様において、目的の物体が見えるまで、乗物が操縦されている。幾つかの地上 - 集中式の収集態様において、乗物は、全ての必要な方向から地上の各目的点を撮影する機会を与えるパターンを通して移動している。様々な実施形態では、マルタ十字のカメラのセットが、北 - 南または東 - 西の方向で進む平行なラインの経路 (例えば、飛行機の飛行経路) で移動されている。乗物が飛行経路に沿って移動する際、任意の特定のカメラによって撮影される画像は、適用範囲の長い連続したストリップを形成するように、選択的に重ねて置かれる。ストリップの長さは、ほぼ飛行経路の長さであって、ストリップの幅は、スワスとして知られている。

40

【0017】

図1は、マルタ十字型の傾斜カメラのセットを用いた飛行機102の従来技術の選択的な詳細について概念的に等角図を示している。地上に投影される傾斜カメラのセンサの視界の前方104、右側106、後方108、および左側110が図示されている。カメラ

50

の出現光軸（１１２、１１４、１１６、および１１８のそれぞれ）は、４５度の見下ろし角度を有する。見下ろし角度１２２は、出現光軸１１４と、地上に対して平行な面へのこの投影１２０との間に形成される角度である。明瞭性のため、他の見下ろし角度は図示を省略している。

【００１８】

図２は、マルタ十字のカメラのセットのうち単一のカメラの例の視界に関する従来技術の選択的な詳細について概念的に平面図を示している。カメラの開き２０８から平面上の楕円２０２まで円錐形の視界が投影しており、この際、楕円の主要な長軸は、カメラの中心から離れるように指向している。レンズによって形成される画像は円２１０であり、これは左側により大きな寸法で示されているが、レンズの光軸を下に見ている。画像センサは、内接矩形２１２であるが、これはカメラの見下ろし角度のために、表面上では台形２０４に投影している。画像センサは、横列２２０と縦列２１６で配置された画素の長方形の配列である。画像センサの４つの角に対応する光線２０６も図示されている。光線は、地上から上方に来て、レンズを通して、センサに至る。画像センサの画素は、地面上に投影されると、投影された横列２１８と投影された縦列２１４を形成する。この実施例では、長方形の画像センサは２４ｍｍ対３６ｍｍ、焦点長さは１００ｍｍであり、表面より上方のカメラの高度は１０００ｍである。得られる台形は、基部で４５５ｍの幅、頂部で５７９ｍの幅を有する。

10

【００１９】

図３は、マルタ十字のカメラのセットを用いて傾斜画像を撮影する従来技術の選択的な詳細について概念的に平面図を示している。様々な実施形態で、乗物の名目進行方向３０１は基本方向（例えば、北、南、東、西）である。カメラのセットは、０度、９０度、１８０度、および２７０度の平面角で４つの傾斜カメラを含む。概念的に明瞭性にするため、図３では、出現光軸を３度のオフセットで示している。各カメラは、図２のカメラの実施例と同じ焦点長さとセンサの大きさを有する。しかしながら、左右のカメラは、名目進行方向と整列するより長い３６ｍｍのセンサの大きさを有する。カメラの投影されたＦＯＶの楕円３０４、３０８、３１２、および３１６は、それぞれ、投影されたセンサＦＯＶの台形３０２、３０６、３１０、および３１４を含む。投影されＦＯＶの台形の幾つかの撮影された画像３２０が示されている。単一の飛行経路で単一のカメラから撮影された画像は連続状のストリップを形成するが、幾つかの態様において、ストリップの画像の間で比較的相当に前方に重なり合う（例えば、連続して撮影された画像の間で５０％から６０％まで重なり合う）。

20

30

【００２０】

幾つかの態様において、前方と後方に面するカメラのスワスはまた、側方に面するカメラのスワスの間の隔たりよりも、比較的相当により小さい。前方に面するカメラのスワスは、縁３５２と３５４間であり、これは例えば、４５８メートルの幅として参照される。側方に面するスワスの内側の縁は、縁３６２と３６４で示されており、これらの間のスペース３６５は、例えば、１５７１メートルである。

【００２１】

図４は、図３に示したマルタ十字のカメラのセットを用いて、バージニア州 Alexandria County をカバーする傾斜画像を撮影するための先行技術の飛行計画の実施例の選択的な詳細について概念的に示している。飛行計画４０１は、２５の飛行経路（例えば、４０２）で構成されており、名目進行方向は東または西であり、２４のターン（例えば、４０３）で分けられており、北、南、東、および西に向かう傾斜画像を撮影する。全飛行距離は、２６４キロメートルである。

40

【００２２】

地上の全ての目的点のために、前方および後方に面するカメラによって提供される眺めを撮影するため、前方および後方に面するカメラのスワスよりも、乗物の各飛行経路は互いにより接近する。図４に示した飛行計画では、飛行経路のピッチは３４０メートルであり、画像の近接するストリップの間での水平方向の重なり合いは２５％である。

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

本発明は、工程、製造品、器具、システム、物体の構成物、およびコンピュータ読み取り可能な媒体を含む、様々な仕方を実施することができる。コンピュータ読み取り可能な媒体は、例えば、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体（例えば、ディスクなどの光学および/または磁性の大量の記憶装置内の媒体、またはフラッシュ記憶装置などの非揮発性記憶装置を有する集積回路）、または光学または電子的な通信リンクを介してプログラム指示が送信されるコンピュータネットワークである。本明細書において、これら実施、または本発明を構成し得る任意の他の形態は、技術として参照することができる。詳細な説明では、上述した適用分野における、性能、効率、および使用の有用性を向上することができる本発明の1若しくはそれ以上の実施形態の説明を提供する。詳細な説明は、後述の内容をより早く理解することを助けるために導入部を設けている。導入部は、本明細書に記載の概念に従うシステム、方法、製造品、およびコンピュータ読み取り可能なメディアに関する1若しくはそれ以上の実施形態の例を含む。結論部でより詳細に記載されているように、本発明は、発行される特許請求の範囲内において、全ての可能な修正および変更を含む。

10

【0024】

幾つかの実施形態では、カメラの設計者は、画像センサの投影された横列または投影された縦列のいずれかをフライト方向と整列させるか否かを選択する。幾つかの実施形態では、地上に投影される縦列のベクトルを名目進行方向の近くに整列させて、地上に投影される横列のベクトルを交差軌道の方に実際上近づくように整列させたままにする。画像センサのひねり角度の実施例は、画像センサの横列ベクトルと、光軸に対して直行し、かつ地面に対して平行なベツツパール面でのベクトル（水平ベクトルとして参照されることがある）との間の角度である。

20

【0025】

実施形態の1つでは、乗物は少なくとも4つの傾斜カメラを搭載して、少なくとも1つは、乗物の名目進行方向から、ほぼ、4つの対角線方向のそれぞれ（例えば、45度、135度、225度、および315度の平面角）に指向する。幾つかの実施形態では、収集飛行計画の飛行経路は、各基本方向間の方向（北東、北西、南東、または南西）である。

30

【0026】

幾つかの実施形態では、1若しくはそれ以上の傾斜カメラは、飛行機の名目進行方向に対して回転される（例えば、45度の平面角）。収集飛行計画の飛行経路は基本方向であるが、しかし他の実施形態では、飛行経路は任意の方向である。幾つかの実施形態では、傾斜カメラのセンサは、画像センサの投影された横列または投影された縦列のいずれかをフライト方向と整列させるように、ひねられている。

【0027】

他の実施形態では、乗物は少なくとも4つの傾斜カメラを、歪み修正用の電子画像センサとともに搭載する。各レンズの後ろの電子画像センサはひねり角度を有しているため、投影されるセンサの視界の縦列または横列は、ほぼ名目進行方向と整列する。幾つかの実施形態では、4つの傾斜カメラはマルタ十字の配置内に位置決めされ（例えば、平面角は、ほぼ、0度、90度、180度、および270度）、一方、他の実施形態では、4つの傾斜カメラは対角状に位置決めされる（例えば、45度、135度、225度、および315度の平面角）。

40

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】図1は、マルタ十字型の傾斜カメラのセットを用いた飛行機について先行技術の選択的な詳細を概念的に示した等角図である。

【図2】図2は、マルタ十字のカメラのセットのうちカメラの単一の視界の例について先

50

行技術の選択的な詳細を概念的に示した平面図である。

【図 3】図 3 は、マルタ十字のカメラのセットを用いた傾斜画像の撮影について先行技術の選択的な詳細を概念的に示した平面図である。

【図 4】図 3 のマルタ十字のカメラのセットを用いて、バージニア州 Alexandria County をカバーする傾斜画像を撮影する飛行計画の例について先行技術の選択的な詳細を概念的に示した図である。

【図 5】配置内で回転された出現光軸を有するカメラのセットを用いて、傾斜画像を撮影する実施形態の選択的な詳細を概念的に示した平面図である。

【図 6】回転された出現光軸を有するカメラのセットと歪み修正センサを用いて、傾斜画像を撮影する実施形態の選択的な詳細を概念的に示した平面図である。

【図 7】図 6 のカメラのセットを用いて、バージニア州 Alexandria County をカバーする傾斜画像を撮影する飛行計画の実施形態の例について選択的な詳細を概念的に示した図である。

【図 8 A】傾斜画像を撮影するマルタ十字のカメラのセット用の 2 つの近接する飛行経路からの前方のカメラの F O V の選択的な詳細を概念的に示した図である。

【図 8 B】回転された出現光軸を有するカメラのセットと歪み修正センサを用いて、傾斜画像を撮影する実施形態の 2 つの近接する飛行経路からの前方右側のカメラの F O V の選択的な詳細を概念的に示した図である。

【図 9】回転された出現光軸を有するカメラのセットと歪み修正センサを用いて、斜めと最下点の画像を撮影する実施形態を概念的に示した平面図であり、最下点と斜めのスワス

【図 10】対角状に移動する乗物の実施形態の選択的な詳細を概念的に示した平面図である。

【図 11】回転された傾斜カメラのセットを備えた乗物の実施形態の選択的な詳細を概念的に示した平面図である。

【図 12 A】歪められたセンサの視界へ投影する電子画像センサを備えた傾斜カメラの実施形態の選択的な詳細を概念的に示した図である。

【図 12 B】修正されたセンサの視界へ投影する非均一の歪み修正電子画像センサを備えた傾斜カメラの実施形態の選択的な詳細を概念的に示した図である。

【図 13】部分的に修正されたセンサの視界へ投影する回転された歪み修正電子画像センサを備えた対角線上の傾斜カメラの実施形態の選択的な詳細を概念的に示した図である。

【図 14】部分的に修正されたセンサの視界の配列へ投影する回転された歪み修正電子画像センサの回転された配列を備えた対角線上の傾斜カメラの実施形態の選択的な詳細を概念的に示した図である。

【図 15】乗物に基づく画像収集および解析システムの実施形態の選択的な論理的詳細を概念的に示した図である。

【図 16】乗物が飛行機の場合の画像収集および解析の実施形態のフローダイアグラムの選択的な詳細を示した図である。

【図 17】乗物に基づく画像収集および解析システムの実施形態の選択的な構造的詳細を概念的に示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の 1 若しくはそれ以上の実施形態についての詳細な説明を、本発明の選択的な詳細を示した添付の図を参照しながら示す。本発明は、各実施形態に合わせて説明される。本明細書の各実施形態は、単なる例示に過ぎないことを理解されたい。本発明は、本明細書の各実施形態の任意のものまたは全てによって明確に限定されず、本発明は、複数の変更、修正、および等価のものを含む。各実施形態の組み合わせを区別する上で、説明の単調さを避けるため、様々な言葉の標識を用いてもよい（第 1 の、最後の、所定の、様々の、さらに、他の、特定の、選択した、幾つかの、および重要な、などを含むが、これらに限定されない）。本明細書で用いられているように、これら標識は、質を表したり

10

20

30

40

50

、好ましさや偏見についてのいかなる形態を意味するものでは明確になく、むしろ、単に、区別される組み合わせを便宜的に識別しているに過ぎない。開示された工程の幾つかの操作の順番は、本発明の範囲内で変更することができる。工程、方法、および/またはプログラムの指示の特徴の変更について多様な実施形態が記載されている所はどこでも、所定のまたは動的に決定される基準に従って他の実施形態についても考慮することができ、この際、複数の多様な実施形態のそれぞれに相当する複数の操作態様のうちのいずれかについて静的および/または動的な選択を行う。本発明について十分な理解が得られるようにするため、以下の詳細な説明では、多くの特徴的な詳細が示されている。これら詳細は、実施例の目的のために提供されており、本発明は、これら詳細の幾つかまたは全部を用いることなく、特許請求の範囲に従って実施されてもよい。明瞭さのため、本発明に関する技術分野で公知な技術的な物事については詳細に記載しておらず、このため、本発明が不必要に曖昧にならないようにしている。

10

20

30

40

50

【0030】

導入部

この導入部は、詳細な説明をより早く理解することを助けるためだけに設けられている。本発明は、この導入部で示された概念に限定されず（明示された例はどれも含む）、導入部の段落は、全体的な主題についての大まかな概要として必要とされたものであり、排他的または限定的な説明としては意図されていない。例えば、以下に続く導入部は、所定の実施形態のみについての、空間および構成によって限定される概要的な情報を提供している。最終的に特許請求の範囲によって定められるものを含むように、本明細書と調和するように説明される、多くの他の実施形態が存在する。

【0031】

実施形態の例

詳細な説明用の導入部の結びとして、以下に実施形態の例の集まりを示すが、これらは「EC (Example - Combination: 実施例の組み合わせ)」で示されて、少なくとも何らかを明白に列挙し、本明細書に記載の概念に従う様々な実施形態の典型についてさらなる説明を提供する。これら実施例は、互いに排他的、独占的、または限定的となることを意図されていない。また、本発明はこれら実施形態の例に限定されず、むしろ発行される特許請求の範囲内で、全ての可能な修正や変更を含む。

【0032】

EC 1) 名目進行方向に従って乗物を操作し、当該操作は、カメラグループを1若しくはそれ以上用いて、電子画像センサ技術によって傾斜画像をそれぞれ撮影可能にし、

カメラグループの各々をそれぞれの所定の平面角範囲で配置し、

基本方向に対して10度と80度間の所定の角度のオフセットを加算したものに相当するように名目進行方向を設定して、カメラグループの少なくとも1つのカメラを用いて、少なくとも1つの基本方向で傾斜画像を撮影する、ことを具備する方法。

【0033】

EC 2) EC 1の方法において、カメラグループの少なくとも1つは単一のカメラを有する方法。

【0034】

EC 3) EC 1の方法において、カメラグループの少なくとも1つは複数のカメラを有する方法。

【0035】

EC 4) EC 1の方法において、カメラグループはN個の特定のカメラグループを有し、N個の特定のカメラグループの各々は、0と(N - 1)を含むこれらの間の唯一の整数Kと関連付けられ、かつ特定のカメラグループのそれぞれの所定の平面角範囲は、 $(180 + 360 * K) / N$ 度に、所定の角度のオフセット範囲を加算したものである方法。

【0036】

EC 5) EC 4の方法において、所定の角度のオフセット範囲は、マイナス120 / N度とプラス120 / N度間である方法。

【 0 0 3 7 】

E C 6) E C 5 の方法において、N は 4 または 8 である方法。

【 0 0 3 8 】

E C 7) E C 1 の方法において、さらに、名目進行方向と、特定の電子画像センサの投影された画素の縦列と投影された画素の横列のいずれかとの間の角度の分離を、所定の分離閾値より下に減少する方向で、カメラグループの特定の 1 つの特定の電子画像センサを配置することを具備する方法。

【 0 0 3 9 】

E C 8) E C 7 の方法において、所定の分離閾値は 3 0 度である方法。

【 0 0 4 0 】

E C 9) E C 7 の方法において、配置では、特定のカメラグループのカメラの光軸の周りで特定の電子画像センサを回転することを具備する方法。

【 0 0 4 1 】

E C 1 0) E C 1 の方法において、乗物はさらに、最下点の画像を撮影可能な少なくとも 1 つの最下点のカメラグループを有する方法。

【 0 0 4 2 】

E C 1 1) E C 1 0 の方法において、最下点のカメラグループ内のセンサの視界は、カメラグループの少なくとも 1 つ内のセンサの視界と重なり合う方法。

【 0 0 4 3 】

E C 1 2) E C 1 の方法において、乗物は、航空機、飛行機、軽航空機、宇宙機、ヘリコプター、人口衛星、自動車、トラック、地上の乗物、船、ボート、大型荷船、カヌー、潜水艇、および潜水艦のうちの 1 若しくはそれ以上である方法。

【 0 0 4 4 】

E C 1 3) E C 1 2 の方法において、乗物は無人または有人である方法。

【 0 0 4 5 】

E C 1 4) E C 1 の方法において、カメラグループの少なくとも 1 つの電子画像センサは、赤外線放射を撮影可能である方法。

【 0 0 4 6 】

E C 1 5) E C 1 の方法において、カメラグループの少なくとも 1 つは電子画像センサを有する方法。

【 0 0 4 7 】

E C 1 6) E C 1 の方法において、カメラグループの少なくとも 1 つのカメラは、少なくとも 1 つの部分的反射素子と、複数のペッツパール面を有する方法。

【 0 0 4 8 】

E C 1 7) E C 1 の方法において、カメラグループの少なくとも 1 つのカメラは、ペッツパール面における電子画像センサの互い違いの配列またはペッツパール面における電子画像センサの突き合う配列を有する方法。

【 0 0 4 9 】

E C 1 8) E C 1 の方法において、カメラグループの少なくとも 1 つは、平行またはほとんど平行なレンズを備えた複数のカメラを有し、各カメラはペッツパール面において電子画像センサの配列を有し、電子画像センサの投影された視界が重なり合うようにした方法。

【 0 0 5 0 】

E C 1 9) E C 1 の方法において、カメラグループの少なくとも 1 つのカメラ用のペッツパール面は、少なくとも 2 つのエリアフォーマットの電子画像センサまたは少なくとも 2 つのラインフォーマットの電子画像センサを有する方法。

【 0 0 5 1 】

E C 2 0) E C 1 の方法において、基本方向は真の基本方向または磁石の基本方向である方法。

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

EC 2 1) EC 1の方法において、カメラグループはN個の特定のカメラグループを有し、所定の角度のオフセットは、 $300 / (2 * N)$ 度と $420 / (2 * N)$ 度間である方法。

【0053】

EC 2 2) EC 1の方法において、傾斜画像の撮影は、カメラグループの少なくとも第1のものから複数の画像を撮影することを具備する方法。

【0054】

EC 2 3) EC 2 2の方法において、複数の画像はストリップ内で連続して撮影される方法。

【0055】

EC 2 4) EC 2 3の方法において、複数の画像は、第1、第2、および第3の切れ目なく得られた画像を有し、第2の画像は第1の画像と少なくとも50%重なり合い、かつ第3の画像と少なくとも50%重なり合う方法。

【0056】

EC 2 5) EC 2 3の方法において、複数の画像は第1の複数の画像であり、ストリップは第1のストリップであり、傾斜画像の撮影はさらに、第2のストリップとしてカメラグループの少なくとも第2のものから第2の複数の画像を撮影することを有し、かつ第1のストリップと第2のストリップは互いに重なり合う方法。

【0057】

EC 2 6) EC 2 5の方法において、第1のストリップは第1の時間期間内に撮影され、第2のストリップは第2の時間期間内に撮影され、かつ第1の時間期間は第2の時間期間と相違する方法。

【0058】

EC 2 7) EC 2 5の方法において、第1のストリップ内の第1の画像は第2のストリップ内の第2の画像と重なり合い、第1の画像は第1の時間期間内で撮影され、第2の画像は第2の時間期間内で撮影され、かつ第1の時間期間は第2の時間期間と相違する方法。

【0059】

EC 2 8) EC 1 0の方法において、傾斜画像の撮影は、カメラグループの少なくとも第1のものから第1の複数の画像を撮影し、かつ、最下点のカメラグループの少なくとも1つのカメラから第2の複数の画像を撮影することを具備する方法。

【0060】

EC 2 9) EC 2 8の方法において、第1の複数の画像は第1の画像のストリップ内で連続して撮影され、かつ第2の複数の画像は第2の画像のストリップ内で連続して撮影される方法。

【0061】

EC 3 0) EC 2 9の方法において、第1の画像のストリップと第2の画像のストリップは重なり合う方法。

【0062】

EC 3 1) EC 3 0の方法において、第1の画像のストリップ内の第1の画像は第2の画像のストリップ内の第2の画像と重なり合い、第1の画像は第1の時間期間内に撮影され、第2の画像は第2の時間期間内に撮影され、かつ第1の時間期間は第2の時間期間と相違する方法。

【0063】

EC 3 2) EC 1の方法において、撮影はカメラグループの全てによって行われる方法。

【0064】

EC 3 3) 歪み修正電子画像センサを用いて傾斜画像を撮影可能なカメラグループを1若しくはそれ以上有する乗物を操作することを具備する方法。

【0065】

10

20

30

40

50

EC34) EC33の方法において、歪み修正電子画像センサは、歪み修正電子画像センサの投影された画素の横列と投影された画素の縦列のいずれかと、地上の所定の方向との間の角度の分離を、所定の分離閾値より下に減少する方法。

【0066】

EC35) EC34の方法において、地上の所定の方向は基本方向または各基本方向間の方向である方法。

【0067】

EC36) EC34の方法において、地上の所定の方向は名目進行方向である方法。

【0068】

EC37) EC34の方法において、所定の分離閾値は30度である方法。

10

【0069】

EC38) EC34の方法において、カメラグループは、空気を除く媒体を通じて傾斜画像を撮影可能である方法。

【0070】

EC39) EC38の方法において、歪み修正電子画像センサは、媒体、媒体内の変化、または媒体に対する境界面によって少なくとも部分的に導入された歪みを減少する方法。

【0071】

EC40) EC38の方法において、媒体は、水、油、および真空のうちの1若しくはそれ以上である方法。

20

【0072】

EC41) EC33の方法において、歪み修正電子画像センサは、非ゼロのひねり角度で電子画像センサ素子を有する方法。

【0073】

EC42) EC33の方法において、歪み修正電子画像センサは電子画像センサ素子のグループを有し、各電子画像センサ素子は、個々の非ゼロのひねり角度を有する方法。

【0074】

EC43) EC33の方法において、歪み修正電子画像センサは、画素の非均一の配列で電子画像センサ素子を有する方法。

【0075】

30

EC44) EC33の方法において、操作はさらに、それぞれの所定の平面角範囲で、カメラグループの各々を配置することを具備する方法。

【0076】

EC45) EC44の方法において、それぞれの所定の平面角範囲の少なくとも1つは、ゼロ度よりも大きく、かつ90度よりも小さい角度を含む方法。

【0077】

EC46) EC45の方法において、角度はほぼ45度である方法。

【0078】

EC47) EC45の方法において、操作は、基本方向に相当する乗物の名目進行方向に従う方法。

40

【0079】

EC48) EC45の方法において、操作は、各基本方向間の方向に相当する乗物の名目進行方向に従う方法。

【0080】

EC49) EC33の方法において、操作はさらに、基本方向に対して10度と80度間の所定の角度のオフセットを加算したものに相当する名目進行方向を設定し、カメラグループの少なくとも1つのカメラを用いて傾斜画像を撮影することを具備する方法。

【0081】

EC50) EC33の方法において、カメラグループの少なくとも1つは単一のカメラから成る方法。

50

【0082】

EC51) EC33の方法において、カメラグループの少なくとも1つは、複数のカメラを有する方法。

【0083】

EC52) EC33の方法において、カメラグループはN個の特定のカメラグループを有し、N個の特定のカメラグループの各々は、0と(N-1)を含むこれらの間の唯一の整数Kと関連付けられ、かつ特定のカメラグループのそれぞれの所定の平面角範囲は、 $(180 + 360 * K) / N$ 度に、所定の角度のオフセット範囲を加算したものである方法。

【0084】

EC53) EC52の方法において、所定の角度のオフセット範囲は、マイナス120/N度とプラス120/N度間である方法。

【0085】

EC54) EC53の方法において、Nは4または8である方法。

【0086】

EC55) EC33の方法において、乗物はさらに、最下点の画像を撮影可能な少なくとも1つの最下点のカメラグループを有する方法。

【0087】

EC56) EC55の方法において、最下点のカメラグループ内のセンサの視界は、カメラグループの少なくとも1つ内のセンサの視界と重なり合う方法。

【0088】

EC57) EC33の方法において、乗物は、航空機、飛行機、軽航空機、宇宙機、ヘリコプター、人口衛星、自動車、トラック、地上の乗物、船、ボート、大型荷船、カヌー、潜水艇、および潜水艦のうち1若しくはそれ以上である方法。

【0089】

EC58) EC57の方法において、乗物は無人または有人である方法。

【0090】

EC59) EC33の方法において、カメラグループの少なくとも1つの電子画像センサ素子は、赤外線放射を撮影可能である方法。

【0091】

EC60) EC33の方法において、カメラグループの少なくとも1つは電子画像センサ素子を有する方法。

【0092】

EC61) EC33の方法において、カメラグループの少なくとも1つのカメラは、少なくとも1つの部分的反射素子と複数のペツパール面を有する方法。

【0093】

EC62) EC33の方法において、カメラグループの少なくとも1つのカメラは、ペツパール面における電子画像センサ素子の互い違いの配列またはペツパール面における電子画像センサ素子の突き合う配列を有する方法。

【0094】

EC63) EC33の方法において、カメラグループの少なくとも1つは平行またはほとんど平行なレンズを備えた複数のカメラを有し、各カメラはそのペツパール面において電子画像センサ素子の配列を有し、電子画像センサ素子の投影された視界が重なり合うようにした方法。

【0095】

EC64) EC33の方法において、カメラグループの少なくとも1つのカメラ用のペツパール面は、少なくとも2つのエリアフォーマットの電子画像センサ素子または少なくとも2つのラインフォーマットの電子画像センサ素子を有する方法。

【0096】

EC65) EC49の方法において、基本方向は真の基本方向または磁石の基本方向で

10

20

30

40

50

ある方法。

【0097】

EC66) EC49の方法において、カメラグループは、N個の特定のカメラグループを有し、所定の角度のオフセットは、 $300 / (2 * N)$ 度と $420 / (2 * N)$ 度間である方法。

【0098】

EC67) EC49の方法において、傾斜画像の撮影は、カメラグループの少なくとも第1のものから複数の画像を撮影することを具備する方法。

【0099】

EC68) EC67の方法において、複数の画像はストリップ内で連続して撮影される方法。

10

【0100】

EC69) EC68の方法において、複数の画像は、第1、第2、および第3の切れ目なく得られた画像を有し、第2の画像は第1の画像と少なくとも50%重なり合い、かつ第3の画像と少なくとも50%重なり合う方法。

【0101】

EC70) EC68の方法において、複数の画像は第1の複数の画像であり、ストリップは第1のストリップであり、傾斜画像の撮影はさらに、第2のストリップとしてカメラグループの少なくとも第2のものから第2の複数の画像を撮影することを具備し、かつ第1のストリップと第2のストリップは互いに重なり合う方法。

20

【0102】

EC71) EC70の方法において、第1のストリップは第1の時間期間内に撮影され、第2のストリップは第2の時間期間内に撮影され、かつ第1の時間期間は第2の時間期間と相違する方法。

【0103】

EC72) EC70の方法において、第1のストリップ内の第1の画像は第2のストリップ内の第2の画像と重なり合い、第1の画像は第1の時間期間内に撮影され、第2の画像は第2の時間期間内に撮影され、かつ第1の時間期間は第2の時間期間と相違する方法。

。

【0104】

30

EC73) EC55の方法において、乗物はさらに最下点の画像を撮影可能な少なくとも1つの最下点のカメラグループを有し、傾斜画像の撮影は、カメラグループの少なくとも第1のものから第1の複数の画像を撮影することと、最下点のカメラグループの少なくとも1つのカメラから第2の複数の画像を撮影することを含む方法。

【0105】

EC74) EC73の方法において、第1の複数の画像は第1の画像ストリップ内で連続して撮影され、かつ第2の複数の画像は第2の画像ストリップ内で連続して撮影される方法。

【0106】

EC75) EC74の方法において、第1および第2の画像ストリップは重なり合う方法。

40

【0107】

EC76) EC75の方法において、第1の画像ストリップ内の第1の画像は第2の画像ストリップ内の第2の画像と重なり合い、第1の画像は第1の時間期間内に撮影され、第2の画像は第2の時間期間内に撮影され、かつ第1の時間期間は第2の時間期間と相違する方法。

【0108】

EC77) EC49の方法において、撮影はカメラグループの全てによって行われる方法。

【0109】

50

EC78) 電子画像センサ技術を用いて傾斜画像を撮影可能なカメラグループを1若しくはそれ以上有する乗物を操作し、

カメラグループの各々をそれぞれの所定の平面角範囲で配置し、

基本方向に対して10度と80度間の所定の角度のオフセットを加算したものに相当するように名目進行方向を設定し、

カメラグループの少なくとも1つのカメラを用いて、何らかの基本方向で傾斜画像を撮影する、ことを含む方法。

【0110】

EC79) EC78の方法において、カメラグループはN個の特定のカメラグループを有し、N個の特定のカメラグループの各々は、0と(N-1)を含むこれらの間の唯一の整数Kと関連付けられ、かつ特定のカメラグループのそれぞれの所定の平面角範囲は、 $(180 + 360 * K) / N$ 度に、所定の角度のオフセット範囲を加算したものである方法。

10

【0111】

EC80) EC78の方法において、さらに、名目進行方向と、特定の電子画像センサの投影された画素の縦列と投影された画素の横列のいずれかとの間の角度の分離を、所定の分離閾値より下に減少する方向で、カメラグループの特定の1つの特定の電子画像センサを配置することを含む方法。

【0112】

EC81) EC80の方法において、特定の電子画像センサの配置は、特定のカメラグループのカメラの光軸の周りで特定の電子画像センサを回転させることを具備する方法。

20

【0113】

EC82) EC78の方法において、乗物はさらに、最下点の画像を撮影可能な少なくとも1つの最下点のカメラグループを有する方法。

【0114】

EC83) EC78の方法において、傾斜画像の撮影は、カメラグループの少なくとも第1のものから複数の画像を撮影することを含む方法。

【0115】

EC84) EC83の方法において、複数の画像はストリップ内で連続して撮影される方法。

30

【0116】

EC85) EC84の方法において、複数の画像は、第1、第2、および第3の切れ目なく得られた画像を有し、第2の画像は第1の画像と少なくとも50%重なり合い、かつ第3の画像と少なくとも50%重なり合う方法。

【0117】

EC86) EC84の方法において、複数の画像は第1の複数の画像であり、ストリップは第1のストリップであり、傾斜画像の撮影はさらに、第2のストリップとしてカメラグループの少なくとも第2のものから第2の複数の画像を撮影することを具備し、第1のストリップと第2のストリップは互いに重なり合う方法。

【0118】

40

EC87) 歪み修正電子画像センサを用いて傾斜画像を撮影可能なカメラグループを1若しくはそれ以上有する乗物を操作することを具備する方法。

【0119】

EC88) EC87の方法において、歪み修正電子画像センサは、歪み修正電子画像センサの投影された画素の横列と投影された画素の縦列のいずれかと、地上の所定の方向との間の角度の分離を、所定の分離閾値より下に減少する方法。

【0120】

EC89) EC88の方法において、地上の所定の方向は乗物の名目進行方向である方法。

【0121】

50

EC90) EC87の方法において、歪み修正電子画像センサは、非ゼロのひねり角度で電子画像センサ素子を有する方法。

【0122】

EC91) EC87の方法において、歪み修正電子画像センサは電子画像センサ素子のグループを有し、各電子画像センサ素子は個々の非ゼロのひねり角度を有する方法。

【0123】

EC92) EC87の方法において、操作はさらに、それぞれの所定の平面角範囲でカメラグループの各々を配置することを具備する方法。

【0124】

EC93) EC87の方法において、操作はさらに、基本方向に対して10度と80度間の所定の角度のオフセットを加算したものに相当する名目進行方向を設定し、かつ操作はさらに、カメラグループの少なくとも1つのカメラを用いて傾斜画像を撮影することを具備する方法。

【0125】

EC94) EC93の方法において、傾斜画像の撮影は、カメラグループの少なくとも第1のものから複数の画像を撮影することを具備する方法。

【0126】

EC95) EC94の方法において、複数の画像はストリップ内で連続して撮影される方法。

【0127】

EC96) EC95の方法において、複数の画像は、第1、第2、および第3の切れ目なく得られた画像を有し、第2の画像は第1の画像と少なくとも50%重なり合い、かつ第3の画像と少なくとも50%重なり合う方法。

【0128】

EC97) EC95の方法において、複数の画像は第1の複数の画像であり、ストリップは画像の第1のストリップであり、傾斜画像の撮影はさらに、第2のストリップとしてカメラグループの少なくとも第2のものから第2の複数の画像を撮影することを具備し、かつ第1のストリップと第2のストリップは互いに重なり合う方法。

【0129】

EC98) EC97の方法において、第1の画像ストリップ内の第1の画像は第2のストリップ内の第2の画像と重なり合い、第1の画像は第1の時間期間内に撮影され、第2の画像は第2の時間期間内に撮影され、かつ第1の時間期間は第2の時間期間と相違する方法。

【0130】

EC99) EC87の方法において、カメラグループはN個の特定のカメラグループを有し、N個の特定のカメラグループの各々は、0と(N-1)を含むこれらの間の唯一の整数Kと関連付けられ、かつ特定のカメラグループのそれぞれの所定の平面角範囲は、 $(180 + 360 * K) / N$ 度に、所定の角度のオフセット範囲を加算したものである方法。

【0131】

EC100) EC87の方法において、乗物はさらに、最下点の画像を撮影可能にした少なくとも1つの最下点のカメラグループを有する方法。

【0132】

EC101) 電子画像センサ技術を用いて傾斜画像を撮影可能なカメラグループを1若しくはそれ以上有する乗物を操作する手段と、

カメラグループの各々をそれぞれの所定の平面角範囲で配置する手段と、

基本方向に対して10度と80度間の所定の角度のオフセットを加算したものに相当するように乗物の名目進行方向を設定する手段と、

カメラグループの少なくとも1つのカメラを用いて何らかの基本方向で傾斜画像を撮影する手段と、を含むシステム。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 3 】

EC 1 0 2) EC 1 0 1 のシステムにおいて、カメラグループはN個の特定のカメラグループを有し、N個の特定のカメラグループの各々は、0と(N - 1)を含むこれらの間の唯一の整数Kと関連付けられ、かつ特定のカメラグループのそれぞれの所定の平面角範囲は、 $(180 + 360 * K) / N$ 度に、所定の角度のオフセット範囲を加算したものであるシステム。

【 0 1 3 4 】

EC 1 0 3) EC 1 0 1 のシステムにおいて、さらに、名目進行方向と、特定の電子画像センサの投影された画素の縦列と投影された画素の横列のいずれかとの間の角度の分離を、所定の分離閾値より下に減少する方向で、カメラグループの特定の1つの特定の電子画像センサを配置する手段を含むシステム。

10

【 0 1 3 5 】

EC 1 0 4) EC 1 0 3 のシステムにおいて、配置する手段は、特定のカメラグループのカメラの光軸の周りで特定の電子画像センサを回転させる手段を含むシステム。

【 0 1 3 6 】

EC 1 0 5) EC 1 0 1 のシステムにおいて、乗物はさらに、最下点の画像を撮影可能な少なくとも1つの最下点のカメラグループを有するシステム。

【 0 1 3 7 】

EC 1 0 6) EC 1 0 1 のシステムにおいて、傾斜画像を撮影する手段は、カメラグループの少なくとも第1のものから複数の画像を撮影する手段を有するシステム。

20

【 0 1 3 8 】

EC 1 0 7) EC 1 0 6 のシステムにおいて、複数の画像はストリップ内で連続して撮影されるシステム。

【 0 1 3 9 】

EC 1 0 8) EC 1 0 7 のシステムにおいて、複数の画像は、第1、第2、および第3の切れ目なく得られた画像を有し、第2の画像は第1の画像と少なくとも50%重なり合い、かつ第3の画像と少なくとも50%重なり合うシステム。

【 0 1 4 0 】

EC 1 0 9) EC 1 0 7 のシステムにおいて、複数の画像は第1の複数の画像であり、ストリップは第1のストリップであり、傾斜画像を撮影する手段はさらに、第2のストリップとしてカメラグループの少なくとも第2のものから第2の複数の画像を撮影する手段を含み、かつ第1のストリップと第2のストリップは互いに重なり合うシステム。

30

【 0 1 4 1 】

EC 1 1 0) 歪み修正電子画像センサを用いて傾斜画像を撮影可能なカメラグループを1若しくはそれ以上有する乗物を操作する手段を有するシステム。

【 0 1 4 2 】

EC 1 1 1) EC 1 1 0 のシステムにおいて、歪み修正電子画像センサは、歪み修正電子画像センサの投影された画素の横列と投影された画素の縦列のいずれかと、地上の所定の方向との間の角度の分離を、所定の分離閾値より下に減少するシステム。

【 0 1 4 3 】

EC 1 1 2) EC 1 1 1 のシステムにおいて、地上の所定の方向は名目進行方向であるシステム。

40

【 0 1 4 4 】

EC 1 1 3) EC 1 1 0 のシステムにおいて、歪み修正電子画像センサは、非ゼロのひねり角度で電子画像センサ素子を有するシステム。

【 0 1 4 5 】

EC 1 1 4) EC 1 1 0 のシステムにおいて、歪み修正電子画像センサは電子画像センサ素子のグループを有し、各電子画像センサ素子は個々の非ゼロのひねり角度を有するシステム。

【 0 1 4 6 】

50

EC115) EC110のシステムにおいて、操作手段はさらに、カメラグループの各々をそれぞれの所定の平面角範囲で配置する手段を有するシステム。

【0147】

EC116) EC110のシステムにおいて、操作手段はさらに、基本方向に対して、10度と80度間の所定の角度のオフセットを加算したものに相当するように名目進行方向を設定する手段を有し、操作手段はさらに、カメラグループの少なくとも1つのカメラを用いて傾斜画像を撮影する手段を有するシステム。

【0148】

EC117) EC116のシステムにおいて、傾斜画像を撮影する手段は、カメラグループの少なくとも第1のものから複数の画像を撮影する手段を含むシステム。

10

【0149】

EC118) EC117のシステムにおいて、複数の画像はストリップ内で連続して撮影されるシステム。

【0150】

EC119) EC118のシステムにおいて、複数の画像は、第1、第2、および第3の切れ目なく得られた画像を有し、第2の画像は第1の画像と少なくとも50%重なり合い、かつ第3の画像と少なくとも50%重なり合うシステム。

【0151】

EC120) EC118のシステムにおいて、ストリップは第1のストリップであり、傾斜画像を撮影する手段はさらに、第2のストリップとしてカメラグループの少なくとも第2のものから複数の画像を撮影する手段を有し、かつ第1のストリップと第2のストリップは互いに重なり合うシステム。

20

【0152】

EC121) EC120のシステムにおいて、第1のストリップ内の第1の画像は第2のストリップ内の第2の画像と重なり合い、第1の画像は第1の時間期間内に撮影され、第2の画像は第2の時間期間内に撮影され、かつ第1の時間期間は第2の時間期間と相違するシステム。

【0153】

EC122) EC110のシステムにおいて、カメラグループはN個の特定のカメラグループを有し、N個の特定のカメラグループの各々は、0と(N-1)を含むこれらの間の唯一の整数Kと関連付けられ、かつ特定のカメラグループのそれぞれの所定の平面角範囲は、 $(180 + 360 * K) / N$ 度に、所定の角度のオフセット範囲を加えたものであるシステム。

30

【0154】

EC123) EC110のシステムにおいて、乗物はさらに、最下点の画像を撮影可能な少なくとも1つの最下点のカメラグループを有するシステム。

【0155】

EC124) 電子画像センサ技術を用いて傾斜画像を撮影可能なカメラグループを1若しくはそれ以上有する乗物と、

カメラグループの各々をそれぞれの所定の平面角範囲で配置可能なカメラ搭載アセンブリと、

40

基本方向に対して10度と80度間の所定の角度のオフセットを加算したものに相当するように乗物の名目進行方向を設定可能なナビゲーションサブシステムと、

カメラグループの少なくとも1つのカメラを用いて何らかの基本方向で傾斜画像を撮影可能な撮像サブシステムと、を有する装置。

【0156】

EC125) EC124の装置において、カメラグループはN個の特定のカメラグループを有し、N個の特定のカメラグループの各々は、0と(N-1)を含むこれらの間の唯一の整数Kと関連付けられ、かつ特定のカメラグループのそれぞれの所定の平面角範囲は、 $(180 + 360 * K) / N$ 度に、所定の角度のオフセット範囲を加えたものである装

50

置。

【 0 1 5 7 】

E C 1 2 6) E C 1 2 4 の装置において、さらにセンサ搭載アセンブリを有し、カメラグループの特定の1つの特定の電子画像センサを、名目進行方向と、特定の電子画像センサの投影された画素の縦列と投影された画素の横列のいずれかとの間の角度の分離を所定の分離閾値より下に減少する方向に配置可能にした装置。

【 0 1 5 8 】

E C 1 2 7) E C 1 2 6 の装置において、センサ搭載アセンブリは、特定のカメラグループのカメラの光軸の周りで特定の電子画像センサを回転可能なセンサ回転アセンブリを有する装置。

10

【 0 1 5 9 】

E C 1 2 8) E C 1 2 4 の装置において、乗物はさらに、最下点の画像を撮影可能な少なくとも1つの最下点のカメラグループを有する装置。

【 0 1 6 0 】

E C 1 2 9) E C 1 2 4 の装置において、撮像サブシステムは、カメラグループの少なくとも第1のものから複数の画像を撮影可能である装置。

【 0 1 6 1 】

E C 1 3 0) E C 1 2 9 の装置において、撮像サブシステムは、ストリップ内で複数の画像を連続して撮影可能な画像ストリップ撮影サブシステムを有する装置。

【 0 1 6 2 】

E C 1 3 1) E C 1 3 0 の装置において、複数の画像は、第1、第2、および第3の切れ目なく得られた画像を有し、第2の画像は第1の画像と少なくとも50%重なり合い、かつ第3の画像と少なくとも50%重なり合う装置。

20

【 0 1 6 3 】

E C 1 3 2) E C 1 3 0 の装置において、複数の画像は第1の複数の画像であり、ストリップは第1のストリップであり、画像ストリップ撮影サブシステムはさらに、第2のストリップとしてカメラグループの少なくとも第2のものから第2の複数の画像を撮影可能であって、かつ第1のストリップと第2のストリップは互いに重なり合う装置。

【 0 1 6 4 】

E C 1 3 3) 歪み修正電子画像センサを用いて傾斜画像を撮影可能なカメラグループを1若しくはそれ以上有する乗物、を有する装置。

30

【 0 1 6 5 】

E C 1 3 4) E C 1 3 3 の装置において、歪み修正電子画像センサは、歪み修正電子画像の投影された画素の縦列と投影された画素の横列のいずれかと、地上の所定の方向との間の角度の分離を所定の分離閾値より下に減少する装置。

【 0 1 6 6 】

E C 1 3 5) E C 1 3 4 の装置において、地上の所定の方向は名目進行方向である装置。

【 0 1 6 7 】

E C 1 3 6) E C 1 3 3 の装置において、歪み修正電子画像センサは非ゼロのひねり角度で電子画像センサ素子を有する装置。

40

【 0 1 6 8 】

E C 1 3 7) E C 1 3 3 の装置において、歪み修正電子画像センサは電子画像センサ素子のグループを含み、かつ各電子画像センサ素子は個々の非ゼロのひねり角度を有する装置。

【 0 1 6 9 】

E C 1 3 8) E C 1 3 3 の装置において、乗物はさらに、それぞれの所定の平面角範囲でカメラグループの各々を配置可能なカメラ搭載アセンブリを有する装置。

【 0 1 7 0 】

E C 1 3 9) E C 1 3 3 の装置において、乗物はさらに、基本方向に対して10度と8

50

0 度間の所定の角度のオフセットを加算したものに相当するように名目進行方向を設定可能なナビゲーションサブシステムを有し、かつ乗物はさらに、カメラグループの少なくとも 1 つのカメラを用いて傾斜画像を撮影可能な撮像サブシステムを有する装置。

【0171】

EC140) EC139 の装置において、撮像サブシステムは、カメラグループの少なくとも第 1 のものから複数の画像を撮影可能である装置。

【0172】

EC141) EC140 の装置において、撮像サブシステムは、ストリップ内で連続して複数の画像を撮影可能な画像ストリップ撮影サブシステムを有する装置。

【0173】

EC142) EC141 の装置において、複数の画像は、第 1、第 2、および第 3 の切れ目なく得られた画像を有し、第 2 の画像は第 1 の画像と少なくとも 50 % 重なり合い、かつ第 3 の画像と少なくとも 50 % 重なり合う装置。

【0174】

EC143) EC141 の装置において、複数の画像は第 1 の複数の画像であり、ストリップは第 1 のストリップであり、画像ストリップ撮影サブシステムはさらに、第 2 のストリップとしてカメラグループの少なくとも第 2 のものから第 2 の複数の画像を撮影可能であり、かつ第 1 のストリップと第 2 のストリップは互いに重なり合う装置。

【0175】

EC144) EC143 の装置において、第 1 のストリップ内の第 1 の画像は第 2 のストリップ内の第 2 の画像と重なり合い、第 1 の画像は第 1 の時間期間内で撮影され、第 2 の画像は第 2 の時間期間内で撮影され、かつ第 1 の時間期間は第 2 の時間期間と相違する装置。

【0176】

EC145) EC133 の装置において、カメラグループは N 個の特定のカメラグループを有し、N 個の特定のカメラグループの各々は、0 と (N - 1) を含むこれらの間の唯一の整数 K と関連付けられ、かつ特定のカメラグループのそれぞれの所定の平面角範囲は、 $(180 + 360 * K) / N$ 度に、所定の角度のオフセット範囲を加算したものである装置。

【0177】

EC146) EC133 の装置において、乗物はさらに最下点の画像を撮影可能な少なくとも 1 つの最下点のカメラグループを有する装置。

【0178】

EC147) 電子画像センサ技術を用いて傾斜画像を各々撮影可能なカメラグループを 1 若しくはそれ以上有する乗物を操作し、

カメラグループの各々をそれぞれの所定の平面角範囲で配置し、平面角範囲は 90 度を規範とした任意の鋭角であり、

収集領域の上方を 2 つ以上の飛行経路区間を有する飛行計画で飛行して、かつカメラグループの少なくとも 1 つのカメラを用いて傾斜画像を撮影し、

カメラグループの各々は少なくとも 1 つの電子画像センサを有する方法。

【0179】

EC148) 電子画像センサ技術を用いて傾斜画像を各々撮影可能なカメラグループを 1 若しくはそれ以上有する乗物を操作し、

カメラグループの各々をそれぞれの所定の平面角範囲で配置し、平面角範囲は 90 度を規範とした 15 度と 75 度間であり、

収集領域の上方を 2 つ以上の飛行経路区間を有する飛行計画で飛行して、かつカメラグループの少なくとも 1 つのカメラを用いて傾斜画像を撮影し、

カメラグループの各々は少なくとも 1 つの電子画像センサを有する方法。

【0180】

EC149) EC147 または EC148 の方法において、カメラグループの第 1 のも

10

20

30

40

50

のは、15度と75度間のそれぞれの所定の平面角範囲で配置され、かつカメラグループの第2のものは、105度と165度間のそれぞれの所定の平面角範囲で配置される方法。

【0181】

EC150) EC149の方法において、カメラグループの第3のものは、195度と255度間のそれぞれの所定の平面角範囲で配置され、かつカメラグループの第4のものは、285度と345度間のそれぞれの所定の平面角範囲で配置される方法。

【0182】

EC151) EC150の方法において、2つ以上の飛行経路区間の少なくとも1つは、収集領域の最も長い軸に対して名目的に平行である方法。

10

【0183】

EC152) EC151の方法において、2つ以上の飛行経路区間の少なくとも2つは、最も長い軸に対して名目的に平行である方法。

【0184】

EC153) EC152の方法において、少なくとも、少なくとも1つのカメラは1若しくはそれ以上の歪み修正電子画像センサを有する方法。

【0185】

EC154) EC153の方法において、歪み修正電子画像センサの少なくとも1つはひねり角度に従って配置され、かつひねり角度は、少なくとも1つのカメラの見下ろし角度と、少なくとも1つのカメラのレンズの場所内の少なくとも1つの歪み修正電子画像センサの位置の任意の1若しくはそれ以上に従う方法。

20

【0186】

EC155) EC154の方法において、それぞれの所定の平面角範囲の少なくとも1つは、所望のスワスの少なくとも一部に基づいて予め定められる方法。

【0187】

EC156) EC155の方法において、飛行計画は、それぞれの所定の平面角範囲の少なくとも1つの少なくとも一部に基づいて少なくとも部分的にプログラムを用いて決定される方法。

【0188】

EC157) EC156の方法において、収集領域の少なくとも一部の三次元状(3D)モデルは、少なくとも1つの電子画像センサを用いて、収集された画像データの全部または任意の一部に基づいて少なくとも部分的に定式化される方法。

30

【0189】

システムと操作

図5は、平面図内で回転された出現光軸を有するカメラのセットを用いて傾斜画像を撮影する実施形態の選択的な詳細について概念的に示した平面図である。説明の明瞭さのため、これらカメラは図2および図3に示したものと概念的に同一である(例えば、同じ高度で、同じ見下ろし角度、焦点長さ、および画像センサの大きさを有する)。様々な実施形態では、乗物501の名目進行方向は、各基本方向間の方向である(例えば、NW(北西)、NE(北東)、SW(南西)、SE(南東))。幾つかの他の実施形態では、乗物の名目進行方向は、基本方向でもよい(例えば、北、南、東、西)。幾つかの実施形態では、カメラのセットは、対角線上の出現光軸530、532、534、536とともに、4つの傾斜カメラを含む。様々な実施形態では、カメラのセットは選択的に、任意の数、例えば、2つ、3つ、4つ、または8つのカメラまたはカメラグループを含む。カメラの出現光軸は、名目進行方向に対して回転されている。幾つかの実施形態では、ほぼ、45度、135度、225度および315度の平面角で4つのカメラを設ける。なお、乗物の名目進行方向が各基本方向間の方向であり、かつカメラが、ほぼ、45度、135度、225度および315度の平面角を有する場合には、カメラは、基本方向の視点から傾斜画像を撮影することに留意されたい。同様に、乗物の名目進行方向が基本方向であり、かつカメラが、ほぼ、45度、135度、225度および315度の平面角を有する場合に

40

50

は、カメラは、各基本方向間の方向の視点から傾斜画像を撮影する。

【0190】

各カメラレンズの投影された視界（F O V）504、508、512、516は楕円であって、その楕円に内接する台形の投影されたセンサF O V 502、506、510、514をそれぞれ含む。カメラのレンズの投影されたF O VとセンサF O Vの形状は、カメラの下方および平面角に基づく。一例を挙げると、センサF O Vは、長い基部541、右足542、短い基部543、および左足544を有し、カメラの1コマは、センサF O Vの内部を撮影する。投影されたF O Vの台形のさらに撮影された画像は、例えば520に示されている。

【0191】

幾つかの実施形態では、地上の近接するストリップは、近接する飛行経路中に撮影される。これらストリップを互いに縫い合わせるためには、滑らかな適合を確保するため、ストリップの一部が処分されている（例えば、ぎざぎざの縁）。処分されない部位は、有用なストリップと呼ばれることがある。出現光軸532に相当するカメラによって撮影される地上の有用なストリップは、境界552と554間にある。ストリップのスワス（例えば、ストリップの幅）は、各撮影された画像の間の空間のため、台形の短い方の基部よりも短い。撮影された画像に基づき立体視を行うため、各地上の点は2つの連続した画像によって撮影されている。2つの連続した画像によって撮影される地上のスワスは、境界556と558間にある。回転された配置内で立体視の重なり合いを伴う幅広のスワスには、比較的の高いフレーム比を有するカメラが用いられている（例えば、フレームスペースは、スワスの5分の1よりも小さい）。フレーム比がより高くなり、かつ立体視のスワスがより幅広になるにつれて、立体視のベースライン（連続する画像の間のカメラ移行の長さ）はより小さくなり、このため立体視による深さの認識の精度は低下する。

【0192】

回転された傾斜カメラでは、スワス幅（例えば、555）は、フレームピッチ（例えば、フライト速度と画像センサのフレーム比によって決定される、名目進行方向に沿って連続するフレームの中心の間の距離）、見下ろし角度、および平面角（例えば、532）と名目進行方向（例えば、501）との間の差と密に関係する。幾つかの態様において、回転された傾斜カメラは、名目進行方向と平行な同じ傾斜カメラと比べて、ほぼ、21%より幅広のスワスを有する。なお、スワスの増大は、名目進行方向とは無関係なことに留意されたい。回転された傾斜カメラからのスワスでの増大は、潜在的にフレームピッチによって制限される。回転された傾斜カメラにとって、比較的により小さいフレームピッチは、スワスで比較的により大きく増大することになる（マルタ十字の傾斜カメラと比べる）。一方、比較的により大きいフレームピッチは、スワスで比較的により小さい増大となり、スワス幅を潜在的に減少することができる。

【0193】

カメラのスワスの集まりは、投影されたF O V楕円内に適合しなくてはならない。図3を参照すると、前方と後方のスワスは、前方と後方のF O V楕円の短軸によって制限されている。側部に面するスワスは、側部に面するF O V楕円の長軸によって制限されているが、これらは相当により大きい。図3の実施例では、左右のカメラのセンサF O Vは487メートルの幅で、かつ前後のカメラのセンサF O Vは458メートルの幅を有する（距離355）。

【0194】

様々な実施形態では、全ての4つのカメラ用のスワスは等しく、これは幾つかの態様において、図3に示したカメラ構成と比較して、利点を有する。例えば、出現光軸532を有するカメラのスワスは、内側の縁552および外側の縁554によって境界が定められている。図5の内容の実施例では、フレームピッチが100メートルのとき、スワス555は510メートルの幅を有するが、これは、図3の内容の実施例の最小のスワスと比べて、ほぼ、11%より幅広である。乗物の異なる側上のカメラ用のF O Vも、互いにより接近して配置されている。幾つかの実施形態では、より大きなスワスは、乗物の飛行経路

がより広く配置されることを可能にし、このため飛行経路の総数と乗物が移動する総距離を削減するので、傾斜画像を収集する費用を直接的に削減する。幾つかの実施形態では、より広く配置された飛行経路の他の利点として、転回中の乗物の速度をより早くすることができ、このため、転回の前後で減速および加速に費やされる時間をより短くする。

【0195】

図6は、対角状に出現光軸（例えば、ほぼ、45度、135度、225度および315度の平面角）を有するカメラのセットと、歪み修正センサを用いて、傾斜画像を撮影する実施形態の選択的な詳細について概念的に示した平面図である。これらカメラは、図2、図3および図5に示したカメラと概念的に同一である（例えば、同じ高度、同じ見下ろし角度、焦点長さ、および画像センサの大きさで、かつ図5に示したものと同一平面角を有する）。しかしながら、図6のカメラの画像センサは、地上への投影によって引き起こされる歪みを修正する。図6の歪み修正センサは、ひねられたセンサである。画像センサは、カメラの光軸の周りで回転されているため、センサの投影された中心の画素の縦列（または画素の横列）が、ほぼ、地上の所望の方向（例えば、乗物の名目進行方向または基本方向）と並ぶ。

【0196】

歪み修正センサの第2の実施例は、非均一な画素の配列を備えたセンサである。画素の配列は歪められているため、センサの投影された画素の縦列（または画素の横列）は、地上の所望の方向（例えば、乗物の名目進行方向または基本方向）とほぼ並ぶ。

【0197】

様々な実施形態では、乗物の名目進行方向601は、各基本方向間の方向である（例えば、NW（北西）、NE（北東）、SW（南西）、SE（南東））。幾つかの実施形態では、乗物の名目進行方向は、基本方向であるか（例えば、北、南、東、西）、または任意の方向である。各カメラレンズの投影された視界（FOV）604、608、612、616は楕円形であって、それぞれの投影されたセンサFOVs 602、606、610、614を含むが、それぞれ、楕円に内接する不等辺四辺形である。カメラの投影されたFOVとセンサFOVの形状は、カメラの下方および平面角と、カメラの光軸の周りのセンサの回転に基づく。一例を挙げると、センサFOVは、長い基部641、右足642、短い基部643、および左足644を有し、カメラの1コマはセンサFOVの内部を撮影する。投影されたFOVの不等辺四辺形のさらに撮影された画像は、例えば、620で示されている。なお、乗物の名目進行方向が各基本方向間の方向であり、かつカメラが、ほぼ、45度、135度、225度および315度の平面角を有する場合、カメラは基本方向の視点から傾斜画像を撮影することに留意されたい。同様に、乗物の名目進行方向が基本方向であり、かつカメラが、ほぼ、45度、135度、225度および315度の平面角を有する場合には、カメラは各基本方向間の方向の視点から傾斜画像を撮影する。

【0198】

歪み修正センサを備えた傾斜カメラでは、スワス幅（例えば、655）は、見下ろし角度、平面角間の差（例えば、632）、および名目進行方向（例えば、601）と密に関係する。幾つかの態様において、歪み修正センサを備えた回転された傾斜カメラは、名目進行方向と平行な同じ傾斜カメラと比べて、ほぼ、30%より幅広いスワスを有する。なお、スワスの増大は、名目進行方向とは無関係であることに留意されたい。また、傾斜カメラ内に歪み修正センサを用いると、歪み修正センサを用いない傾斜カメラの場合と比較して、フレームピッチに関係する制限を相当に削減したり、除去することに留意されたい。

【0199】

様々な実施形態では、全ての4つのカメラ用のスワスは、任意の名目進行方向で等しい。例えば、出現光軸632とともにカメラのスワスは、内側の縁652および外側の縁654によって境界が定められている。スワス幅は、不等辺四辺形の短い基部によって決定される。図6の実施例では、スワス655は、593メートルの幅を有し、これは、図3に示した実施例の最小のスワスと比べて、ほぼ、30%より幅広い。乗物の異なる側

上のカメラ用のF O Vもまた、互いにより近接して配置されている。例えば、前方左側のスワスの内側の縁662と前方右側のスワスの内側の縁652との間の距離665は898メートルであり、これは、図3に示した実施例と比べて、互いに43%より近接する。幾つかの実施形態では、より大きいスワスは、乗物の飛行経路をより広く配置することを可能にし、飛行経路の総数と乗物の移動する総距離を削減して、これによって傾斜画像を収集するための費用を直接的に削減する。幾つかの実施形態では、より広く配置された飛行経路の利点として、転回中の乗物の速度をより早くすることができるため、転回の前後で減速および加速に費やされる時間をより短くする。

【0200】

幾つかの実施形態では、図6に示した概念的な図と比べて、カメラのセット内のカメラの数と方向を相違させる。様々な実施形態では、より少ない、またはより多いカメラを用いる（例えば、2つ、3つ、4つ、または8つのカメラ）。幾つかの実施形態では、名目進行方向に対して非対称なカメラの方向を有する（例えば、5つのカメラを30度、60度、90度、120度、および150度の平面角で配置する）。幾つかの実施形態では、カメラのセットは、歪み修正センサを備えるカメラと、歪み修正センサを備えないカメラの双方を含む（例えば、8つのカメラを配置し、このうち4つはひねられたセンサと45度、135度、225度、および315度の平面角を有し、かつ4つはひねり角度をゼロとし、0度、90度、180度および270度の平面角を有する）。

【0201】

幾つかの実施形態では、歪み修正センサを備える回転されたカメラの利点として、地上に投影された乗物の飛行経路と、斜めのスワスの内側の縁との間の距離を減少させる。この結果、幾つかの実施形態では、収集領域の縁の周りを移動する余分な領域の量が減少する。小さな領域を収集するのに用いられるとき（例えば、図6の実施例の高度、見下ろし角度、平面角、およびセンサの大きさ用に、50平方キロメートルより小さい）、削減された距離によって、比較的に小さな量により、収集費用を削減する。さらに、最下点のカメラのスワスが斜めのスワスと重なり合うことが意図されるカメラセットでは、より近接して配置された斜めのスワスによって、最下点のカメラの必要とされたスワスを削減するため、最下点のカメラをより低費用にする。

【0202】

様々な実施形態では、歪み修正センサを備えた回転されたカメラの利点として、マルチクロス配置での側部に面するカメラと比較して、ペッツパール面上に投影された地上速度を減少する（例えば、ほぼ、35%減少する）。固定の露出時間で、より低く投影された地上速度は、移動の曖昧さの量を減少するため、見た目の質を向上する。

【0203】

幾つかの実施形態では、歪み修正センサを備えた回転されたカメラの利点として、立体視を向上する。右側と左側の前方の回転されたカメラによって撮影されたスワスは、それぞれの後方の回転されたカメラによって数秒遅れて撮影されて、乗物の双方の側部用に、大きなベースラインで、小さな時間差の立体視を提供する。反対に、マルタ十字のカメラのセットでは、前方、後方、および最下点のカメラ間で、単一の大きなベースラインで、短い時間差の立体視を撮影するだけである。より大きな収集の立体視により、収集された画像から三角測量された三次元状の地上点の精度を高める。

【0204】

様々な実施形態では、ペッツパール面と画像センサの回転によって、F O Vのより離れた部位がより良好に用いられるため、平均的な投影された画素の大きさをわずかに大きくする。また相当して、画素の平均的な見下ろし角度はわずかに小さくなる。

【0205】

幾つかの実施形態では、歪み修正センサを備えた回転されたカメラは、マルタ十字の前方または後方の部位における同等のカメラと比べて、より幅広のスワスを有する（例えば、ほぼ、30%より幅広である）ものの、交差軌道（例えば、名目進行方向に対して垂直）の画素は同じ数である。このため、平均的な交差軌道の地上サンプル距離（G S D）は

10

20

30

40

50

、より大きい（例えば、ほぼ、30%より大きい）。平均的な軌道内（軌道内：例えば、名目進行方向に対して平行）のGSDは、より小さい（例えば、30%より小さい）ため、平均的な投影された画素領域は、わずかにより大きいだけである（例えば、5%以下より大きい）。均一のGSDの北-南および東-西で、北-東-西-南のマス目内にカメラ画素が再度サンプルされるとき、マルタ十字と回転されたカメラ間の解像度の相違は、幾つかの態様において、重大ではない（例えば、3%の線型解像度よりも小さい）。回転されたカメラのより小さい平均的な軌道内GSDは、ペッツバル面においてより高い画素速度を導く（例えば、約30%分）。

【0206】

図7は、図6のカメラのセットを用いて、バージニア州Alexandria Countyをカバーする、傾斜画像を撮影する実施形態用の飛行計画の実施例の選択的な詳細について概念的に示している。飛行計画701は、25の飛行経路（例えば、702）で配置されて、この際、名目進行方向を北東または南西とし、24のターンで分けて（例えば、703）、北、南、東および西に向かう傾斜画像を撮影する。図7は、幾つかの有用な態様において、ひねられたセンサとともに回転されたカメラのセットを用いた実施形態の選択的な利点を強調している。総フライト距離は193キロメートルであり、これはマルタ十字のシステムの264キロメートルと比べて、収集の費用をほぼ27%削減している。

【0207】

図8Aは、傾斜画像を撮影するマルタ十字のカメラのセット用に2つの近接した飛行経路からの前方のカメラのFOVの選択的な詳細について概念的に示している。幾つかの態様において、2つのスワスによって掃出された画像ストリップの間に幾分重なり合いが存在するが、図8Aでは、説明の明瞭さのために、この重なり合いを省略している。角度802は、2つの近接する飛行経路上の2つのカメラ位置と、2つのスワスが結合する点によって定められている。2つの飛行経路から傾斜画像が互いに縫い合わせられるとき、建物の傾斜などの有視界の人工物は、角度802がより小さい場合には、より目立たなくなる。従って、角度802を最小にするおよび/または減少させることにより、見た目の質が向上される。

【0208】

図8Bは、回転された出現光軸を有するカメラと、歪み修正センサを用いて、傾斜画像を撮影する実施形態用に、2つの近接する飛行経路からの前方のカメラのFOVの選択的な詳細について概念的に示している。幾つかの態様において、2つのスワスによって掃出された画像ストリップの間に幾分重なり合いが存在するが、図8Bでは、説明の明瞭さのために、この重なり合いを省略している。2つの近接する飛行経路と、2つのスワスが合う結合部との間の角度804は、カメラのセットとひねられたセンサの幾何学的配置に基づいて、より小さい。2つの飛行経路からの傾斜画像が互いに縫い合わせられるとき、建物の傾斜などの有視界の人工物は、角度804が比較的により小さいために減少するので、見た目の質が向上される。

【0209】

図9は、回転された出現光軸を有するカメラのセットと歪み修正センサを用いて、最下点と斜めのスワスがわずかに重なり合う場合に、斜めと最下点の画像を撮影する実施形態の選択的な詳細について概念的に平面図を示している。傾斜カメラは、図6に示したものと概念的に同一である（例えば、同じ下方および平面角、焦点長さおよび画像センサの大きさ）。

【0210】

最下点のカメラレンズの投影された視界974は円形であって、投影されたセンサFOV972を含むが、これは、円に内接する四角形である。最下点のカメラのスワスは、投影されたセンサFOVによって境界が定められている。出現光軸932を有するカメラのスワスは、内側の縁952と外側の縁954によって境界が定められている。なお、投影されたセンサFOVは内側の縁を越えて延在するため、最下点のカメラのスワスは、傾斜

10

20

30

40

50

カメラのスワスとわずかに重なり合うことに留意されたい。しかしながら、最下点のカメラ上の同時の1コマは、傾斜カメラと重なり合わない。この重なり合いは、比較的の高い質の画像を可能とし、この領域内の任意の点について、3つのベースラインの立体視を形成する（例えば、2つの斜めのショットと、1つの最下点のショット）。

【0211】

図10は、対角状に移動する乗物の実施形態の選択的な詳細について概念的に平面図を示している。名目進行方向の限界1002および1003は、基本方向1011（例えば、北）から角度のオフセット範囲を形成している。乗物1000は、名目進行方向1001を設定しているが、これは名目進行方向の限界の間に収まる（例えば、角度のオフセット範囲内に収まる）。幾つかの実施形態では、名目進行方向は、名目進行方向の限界内に留まる限り、変化することは可能である（例えば、乗物に対してカメラをスタビライズを用いずに搭載する場合）。

10

【0212】

傾斜画像を撮影可能なカメラのセットを備える乗物の幾つかの実施形態では、名目進行方向の限界は、カメラのセット内のカメラグループの数によって決定されてもよい。N個の傾斜カメラグループを有する幾つかの実施形態では、名目進行方向の限界は、 $300 / (2 * N)$ 度と $420 / (2 * N)$ 度である。例えば、4つの傾斜カメラグループを有する実施形態では、基本方向からの角度のオフセット範囲は、 37.2 度～ 52.5 度であり（あるいは、 45 ± 7.5 度としても表現される）、これは、乗物が対角状、または、ほぼ、北西、北東、南西、または南東に移動することを意味する。様々な態様において、対角状に移動することは、空中の画像の収集の生産性を高める。

20

【0213】

図11は、回転された傾斜カメラのセットを有する乗物の実施形態の選択的な詳細について概念的に平面図を示している。乗物1000は、傾斜画像を撮影可能な任意の数（例えば、2つ、4つ、7つ、8つなど）のカメラグループとともにカメラのセットを有するが、明瞭性のため、図11では、単一のカメラグループのみを示している。平面角1114は、出現光軸1111と名目進行方向1101との間の角度である。出現光軸の限界1112および1113は、平面角範囲を形成する。カメラグループは、出現光軸が、出現光軸の限界の間に収まるように配置されている（例えば、角度分離範囲内に収まる）。このため、後述のように、出現光軸をバイアスさせることができる。各カメラグループは異なる角度分離範囲を有するため、異なる配置を有する。様々な態様において、カメラグループの出現光軸は、傾斜画像を収集する間に、出現光軸の限界内に出現光軸が留まる限り、変更されることができる（例えば、スタビライズを収容する）。

30

【0214】

回転されたカメラのセットを用いる幾つかの実施形態では、各カメラグループの出現光軸の限界は、選択的に、カメラのセット内のカメラグループの数によって決定される。N個のカメラグループを用いる幾つかの実施形態では、K番目のカメラグループの角度分離範囲は、名目進行方向から $(180 + 360 * K) / N \pm 120 / N$ 度である。例えば、4つの傾斜カメラグループを用いる実施形態では、角度分離範囲は、名目進行方向から、 45 ± 30 度、 135 ± 30 度、 225 ± 30 度、および 315 ± 30 度である。設定された乗物の名目進行方向が基本方向（例えば、北）の場合、角度分離範囲は、ほぼ、北西、北東、南西、および南東に相当する。設定された乗物の名目進行方向が各基本方向間の方向（例えば、北西）の場合、角度分離範囲は、ほぼ、北、南、東、および西に相当する。この配置によって、カメラグループが歪み修正電子センサを用いるようなときに、画像の質と収集効率を向上することができる。他の実施形態では、傾斜画像を収集する際、回転されたカメラのセットとともに乗物是对角状に移動して、収集効率と画像の質が向上する。

40

【0215】

バイアスされた出現光軸

様々な実施形態では、カメラのセット内のカメラの出現光軸は、名目進行方向に向かっ

50

て静的にバイアスされる。例えば、4つのカメラを用いるとき、出現光軸は、名目進行方向から40度、140度、220度、および320度で配置される。バイアスされた配置は、幾つかの有用な態様において、画像の質に対する太陽の衝撃を減らして、傾斜画像を収集するための時間窓を延長するため、有利である。

【0216】

幾つかの実施形態では、何らかの移動パターン用に、1日の様々な時間で、バイアスされた配置によって、出現光軸が太陽から離れるようにバイアスする（例えば、日射のある正午の前に、北半球で、北東 - 南西に飛行する）。他の有用なモデルでは、バイアスにより、地上で反射される太陽からの光を減らす（例えば、水、水滴、雪などからのもの）。

【0217】

他の態様において、バイアスにより、名目進行方向と、傾斜カメラのスワスの内側の縁との間の距離を減らす。これは、最下点と斜めのスワス間で重なり合うことを必要とする最下点のスワスの大きさを減少するため、最下点のカメラの費用と複雑さを減少する。

【0218】

歪み修正センサ

様々な実施形態では、カメラのセットのカメラ内の電子画像センサは、歪み修正電子画像センサである。傾斜カメラの出現光軸は、地上に対して角度を成しており、ここでは見下ろし角度と称するが、これは例えば、20度～70度の間である（または、(0、90)度の間の任意のもの）。見下ろし角度の結果として、カメラレンズを通じて地上へと投影したとき、センサの視界は歪められる。例えば、長方形のセンサは、地上で不等辺四辺形に投影する。ひねり角度がゼロに等しい場合、長方形センサは、地上で台形に投影する。他の態様において、カメラと地上間の媒体の変化は、センサF O Vの投影を条件的に歪ませる（例えば、空気中で搭載されたカメラが、水平のガラス製の窓の下方で、海水を通じて、海底の斜めの眺めを撮影する場合）。歪み修正センサの一例はこの歪みを減少するセンサであり、従って、センサの有用性と収集効率を向上する。

【0219】

図12Aは、歪められたセンサの視界へ投影する電子画像センサとともに傾斜カメラの実施形態の選択的な詳細について概念的に示している。電子画像センサ1206は長方形であり、横列と縦列に構成された均一な画素の配列であって、画素の具体例は画素1210である。電子画像センサはレンズ場1202内に収められており、これは、円に内接する長方形を幾何学的に形成している。例示した実施形態では、傾斜カメラはマルタ十字のカメラのセットの一部である。地上に投影されるとき、レンズF O V 1204は、投影によって、円形から楕円形まで垂直に歪められている。センサF O V 1208は、同様に、内接する長方形から、内接する台形まで歪められている。投影された画素1212は、画素1210の地上の投影であって、投影により引き起こされる変形（例えば、垂直および水平の反射の組み合わせ）を例示している。

【0220】

図12Bは、修正されたセンサの視界へ投影する非均一の歪み修正電子画像センサとともに傾斜カメラの実施形態の選択的な詳細について概念的に示している。歪み修正電子画像センサ1226は台形であり、横列と縦列に構成された非均一の画素の配列であって、画素の例が画素1230である。歪み修正電子画像センサは、レンズ場1222内に収められており、円に内接する台形を幾何学的に形成している。例示した実施形態では、傾斜カメラは、マルタ十字のカメラのセットの一部である。地上に投影されるとき、レンズF O V 1224は、円形から楕円形までの投影により、垂直に歪められている。非均一の画素の配列のセンサの、センサF O V 1228は、同様に歪められている。しかしながら、これは、内接する台形から、内接するほぼ長方形まで歪められている。より特徴的には、非均一の画素の配列は、地上では、ほとんど均一の画素の配列に投影されている。投影された画素1232は、画素1230の地上の投影であり、幾つかの実施形態では、非均一の画素の配列は、投影によって引き起こされる歪みをほとんど完全になくすように構成されていることを例示している。これは、幾つかの有用な態様において、歪みの大部分が修

10

20

30

40

50

正されるため、カメラの全体的なスワスが有用となるので、傾斜画像の収集の効率を高める。さらに、地上への画素の投影は、比較的により均一にセンサF O Vを横切るが、これは、幾つかの有用な態様において、全体的なスワスを横切る、収集された画像の最小の信号対ノイズ比を向上するので、このため、収集された画像の質を向上する。様々な実施形態では、傾斜カメラは、非マルタ十字の配置である（例えば、対角状）。

【0221】

図13は、部分的に修正されたセンサの視界へ投影する、回転された歪み修正電子画像センサとともに対角状の傾斜カメラの実施形態の選択的な詳細について概念的に示している。回転された電子画像センサ1306は長方形状で、横列および縦列に構成された均一な画素の配列であり、画素の例は画素1310である。回転された電子画像センサは、レンズ場1302内に収められていて、円に内接する長方形を幾何学的に形成している。しかしながら、回転された電子画像センサは、ひねり角度1314によってカメラの光軸の周りで回転されている。ひねり角度1314は、画像センサの横列のベクトル1318と水平のベクトル1316との間の角度である。

10

【0222】

傾斜カメラは対角状に投影するため、レンズF O V 1304は、円形から楕円形までの投影によって、垂直および水平に歪められている。回転されたセンサのセンサF O V 1308は同様に、回転された、内接する長方形から、回転された、内接する不等辺四辺形まで歪められている。例えば、投影された画素1312は、歪められた画素1310の投影である。しかしながら、歪みは回転されたセンサF O Vを垂直および水平に引き伸ばすため、回転されていないセンサと比較して、水平方向の歪みを減少している。これは、幾つかの有用な態様において、歪みが減少されるため、カメラのスワスがより有用になるにつれて、傾斜画像の収集の効率を高める。さらに、地上への画素の投影は、センサF O Vを横切って比較的により均一であり、これは幾つかの有用な態様において、全体的なスワスを横切る収集された画像の最小の信号対ノイズ比を向上するため、収集された画像の質を向上する。概念的には、図12Bの非均一の画素の配列はほとんど完全に歪みを修正し、この際、回転された電子画像センサは、完全な修正のほぼ線型である。

20

【0223】

幾つかの実施形態では、電子画像センサのひねり角度は、傾斜カメラの配置および見下ろし角度によって部分的に決定される。様々な実施形態では、配置および見下ろし角度が45度での傾斜カメラでは、ひねり角度はほぼ53度である。この配置は、最短と最長の投影された画素の横列の間の長さの差を減少して、収集効率を高める。幾つかの実施形態では、ひねり角度は、調整機構を用いて調整可能である。調整機構の実施例は、ねじ、駆動部および軸受け（例えば、フレキシャ）、および圧電駆動部の任意の1若しくはそれ以上を含む。

30

【0224】

図14は、回転された歪み修正電子画像センサの回転された配列とともに対角状の傾斜カメラの実施形態の選択的な詳細について概念的に示しているが、回転された配列は部分的に修正されたセンサの視界の配列へ投影している。レンズ場1402内に、回転された電子画像センサの回転された配列が含まれていて、これは円形の内側で長方形の配列を幾何学的に形成している。概念的に、全ての電子画像センサに対して第1の回転が及ぼされ、そしてまた、個々の独立した電子画像センサに独立した回転が及ぼされている。回転された電子画像センサ1420の回転された配列は、横列に構成された複数の画像センサの長方形の配列である。幾つかの実施形態では、回転された電子画像センサの回転された配列は、互い違いおよび/または突き合わされた配列である。図14を参照すると、電子画像センサの横列はまた、縦列へと構成されている。他の実施形態では、電子画像センサの横列は互い違いである。各電子画像センサは長方形状であって、横列と縦列に構成された均一な画素の配列であって、例えば、回転された電子画像センサ1410である。回転された電子画像センサの全体的な回転された配列は、画像センサの配列の横列の軸1418と水平のベクトル1416との間の角度である、ひねり角度1414によってカメラの

40

50

光軸の周りで回転されている。さらに、それぞれの回転された電子画像センサは、カメラの光軸の周りで独立して回転されている。

【0225】

傾斜カメラは対角状に投影するため、レンズF O V 1 4 0 4 は、円形から楕円形までの投影によって、垂直および水平に歪められている。回転された電子画像センサ 1 4 2 2 の投影された回転された配列は同様に、回転された長方形の配列から、回転された不等辺四辺形の配列にまで歪められている。配列内の回転されたセンサのセンサF O V s (例えば、センサF O V 1 4 1 2) は同様に、回転された長方形から、回転された不等辺四辺形にまで歪められている。しかしながら、歪みは、回転された配列と回転されたセンサF O V s を垂直および水平に引き伸ばして、かつ剪断するため、回転されていないセンサの配列と比べて、整列を向上し、例えば、縦列のベクトルと名目進行方向との整列を向上する。これは、幾つかの有用な態様において、カメラのスワスがより有用になるため、傾斜画像の収集効率を高める。さらに、地上に対する画素の投影は、比較的により均一にセンサF O V s を横切り、これは幾つかの有用な態様において、全体的なスワスを横切って収集された画像の最小の信号対ノイズ比を向上するため、収集された画像の質を向上する。概念的に、図12Bの非均一な画素の配列は、ほとんど完全に歪みを修正し、この際、回転された電子画像センサの回転された配列は、部分に関して、完全な修正のほぼ線型である。

【0226】

幾つかの実施形態では、ひねり角度は配置および見下ろし角度によって決定され、個々の回転はさらに、レンズ場内の各電子画像センサの位置によって決定される。個々の回転は、センサF O V の前方と後方の縁の中間点を横切るセンサF O V を二分する直線を参照して決定される。個々の回転は、この二分する直線が共通の軸(例えば、名目進行方向)と整列されるまで、変化される。様々な実施形態では、45度の配置および下方の角度での傾斜カメラ用に、全体的な配列用のひねり角度はほぼ53度であり、配列に対する個々のセンサのひねり角度は、-10度から+10度まで変化する。様々な実施形態では、ひねり角度および/または個々の回転は、1若しくはそれ以上の調整機構を用いて調整可能である。調整機構の実施例は、ねじ、駆動部および軸受け(例えば、フレキシャ)、および圧電駆動部の任意の1若しくはそれ以上を含む。

【0227】

回転された電子画像センサと回転された電子画像センサの回転された配列は、様々な傾斜カメラ、カメラのセット、乗物および名目進行方向で有用である。例えば、1つの実施形態は乗物を含むが、これは、基本方向からほぼ45度の名目進行方向で移動し、ほぼ45度の見下ろし角度と、ほぼ45度、135度、225度、および315度の平面角で配置された4つの傾斜カメラを備え、この際、45度と225度の平面角のカメラは53度のひねり角度で回転された画像センサの配列を含み、かつ135度と315度の平面角のカメラは-53度のひねり角度で回転された画像センサの配列を含む。

【0228】

傾斜画像の収集および解析

図15は、乗物に基づく画像の収集および解析システムの実施形態の選択的な論理的詳細について概念的に示している。なお、この図では、描写の簡略化のため、様々な矢印は一定方向で、幾つかの実施形態におけるデータフローの方向を示していることに留意されたい。様々な実施形態では、示されたデータフローの任意の一部または全ては双方向で、および/または、1若しくはそれ以上の制御情報のフローは双方向である。GISシステム1521は、地理空間情報システムである。GISシステムの実施例の1つは、コンピュータに用いられるGISソフトウェアである(例えば、ArcGISまたはグーグルアース)。幾つかの実施形態では、GISシステムは、画像収集工程を立案する(例えば、様々な状況および入力に基づいて飛行経路を選択する)。GISシステムは、携帯式またはワイファイネットワークを介して、無線でロガーコンピュータ1522とつながれている。

【0229】

乗物 1520 は画像収集プラットフォームを含み、これは 1 若しくはそれ以上のカメラ 1501・・・1511、ロガーコンピュータ 1522、1 若しくはそれ以上の方向センサ 1523、1 若しくはそれ以上の位置センサ 1524 素子、記憶装置 1525 および自動操縦装置 1528 を含む。乗物の実施例は飛行機であり、例えば、セスナ 206H (Cessna 206H)、ビーチクラフト B200 キングエア (Beachcraft B200 King Air)、およびセスナサイテーション CJ2 (Cessna Citation CJ2) である。幾つかの実施形態では、乗物は飛行機とは異なるものであって (例えば、ボート、自動車、無人の空中乗物)、画像収集プラットフォームを含む。

【0230】

カメラ 1501・・・1511 は、1 若しくはそれ以上の画像センサおよび 1 若しくはそれ以上のコントローラを含み、例えば、カメラ 1501 は、画像センサ 1502.1・・・1502.N およびコントローラ 1503.1・・・1503.N を含む。様々な実施例では、コントローラは、任意の 1 若しくはそれ以上のフィールド・プログラム可能なゲートアレイ (Field-Programmable Gate Arrays: FPGAs)、適用分野特定集積回路 (Application Specific Integrated Circuits: ASICs)、かつ 1 若しくはそれ以上の一般のおよび / または特定の目的のプロセッサ上で実行するソフトウェア要素の任意の組み合わせとして実行される。幾つかの実施形態では、各画像センサはコントローラにつながられ、例えば、画像センサ 1502.1 はコントローラ 1503.1 につながられる。他の実施形態では、複数の画像センサが単一のコントローラにつながられる。コントローラ 1503.1・・・1503.N・・・1513.1・・・1513.K は、例えば、カメラリンク、イーサネット (登録商標) (Ethernet (登録商標))、または PCI エクスプレスを介して、ロガーコンピュータにつながられて、画像データをロガーコンピュータに送信する。様々な実施形態では、カメラの 1 若しくはそれ以上は、傾斜画像を撮影することができる。幾つかの実施形態では、カメラの 1 若しくはそれ以上は、最下点の画像を撮影することができる。

【0231】

方向センサは、方向データ、例えば、カメラの方向を、測定し、記録し、かつ時刻を刻む。様々な実施形態では、方向センサは 1 若しくはそれ以上の慣性測定ユニット (Inertial Measurement Units: IMUs)、および / または 1 若しくはそれ以上の磁性コンパスを含む。位置センサは、位置データ、例えばカメラの GPS 座標を、測定し、記録し、かつ時刻を刻む。様々な実施形態では、位置センサは GPS センサおよび / または線型加速度計の 1 若しくはそれ以上を含む。方向センサおよび位置センサは、例えば、イーサネット (登録商標) ケーブルおよび / またはシリアルケーブルを介して、ロガーコンピュータにつながられて、それぞれ、時刻を刻んだ方向および位置のデータをロガーコンピュータに送信する。

【0232】

ロガーコンピュータは、例えば、PCI エクスプレスおよび / またはシリアル ATA を介して記憶装置につながられて、受信したデータ (例えば、方向センサ、位置センサ、および / またはコントローラからのもの) を複製および / または記憶装置に移動する。様々な実施形態では、ロガーコンピュータはサーバーおよび / またはパーソナルコンピュータ (PC) であって、ソフトウェアへのアクセスを実行可能である。記憶装置は、1 若しくはそれ以上の形態の非揮発性の記憶装置、例えば、ソリッド状態のディスクおよび / またはハードディスクを含む。幾つかの実施形態では、記憶装置は、1 若しくはそれ以上の配列を含み、各配列は 24 個のハードディスクを含む。幾つかの実施形態では、記憶装置は、方向、位置、および画像データを記憶する。

【0233】

自動操縦装置は、乗物を自立的に操縦することができる。幾つかの態様において、自動操縦装置は、ロガーコンピュータから手動で入力された情報を受信する (例えば、表示装置を介してパイロットによって読まれて、自動操縦装置に入力される)。

10

20

30

40

50

【0234】

データセンター1526は、1若しくはそれ以上のコンピュータを含み、さらに、画像、位置、および方向データの処理および解析を行う。様々な実施形態では、データセンターは、無線ネットワーク、P C I エクスプレス、有線イーサネット（登録商標）または他の通信リンクの1若しくはそれ以上を用いて記憶装置につながられていて、記憶装置はさらに、1若しくはそれ以上の対応する通信インターフェースを含む。幾つかの実施形態では、記憶装置は、少なくとも時々、一定期間にわたってデータセンターと通信することができる。幾つかの実施形態では、記憶装置の少なくとも一部は、少なくとも時々、短期間の通信バッファリングを実行する。幾つかの実施形態では、記憶装置は、乗物が地上にあるときに、データセンターと少なくとも時々通信することができる。幾つかの実施形態では、記憶装置内に含められたディスクの1若しくはそれ以上は取り外し自在であって、ディスクの中身は、1若しくはそれ以上の取り外し自在のディスクを物理的に移動させることで、データセンターと通信される。データセンターは、ネットワーク（例えば、インターネット（登録商標））または物理的な移動手段（例えば、コンピュータ読み取り可能なメディア）を用いて、カスタマー1527とつながられている。

10

【0235】

図16は、乗物が飛行機の場合の、画像の収集および解析の実施形態の選択的な詳細のフローダイアグラムを示している。様々な実施形態では、収集領域が選択されている（例えば、空中の画像収集および解析システムの操作者または利用者から選択される）。収集領域の一実施例は、所定の地理的領域、例えば、州、郡、または緯度と経度の境界の組み合わせである。アクション1601において、収集領域がGISシステムにプログラムされる。

20

【0236】

所望の解像度、収集領域内の地上高さ、天候パターン、所望の収集の重なり合い、および他の要因の要求事項に基づき、アクション1602において、GISシステムが飛行高度と対角線に基づいた飛行経路のピッチを決定する。飛行経路のピッチは、選択的に歪み修正電子画像センサを用いて、回転されたカメラグループによって可能となった任意の向上されたスワスに従って決定される。例えば、飛行高度と対角線ピッチは、所望の解像度（例えば、10cm GSD）を得るために選択されて、対角線に基づいた飛行経路に相当するスワスが、地面上の高度の変化による（例えば、山によってもたらされる）スワス幅の変化を考慮に入れて、十分（例えば、5%）に重なり合うことを確保する。様々な実施形態では、収集された画像の解析度は、乗物を地上に対してより低く飛行させることにより向上し、一方、収集された領域は、乗物を地上より上方でより高く飛行させることにより増大する。幾つかの実施形態では、高度は、画像の収集と干渉する虞がある雲や他の天候形態よりも下方に飛行するように決定されてもよい。

30

【0237】

一度、飛行高度と対角線ピッチが解ると、アクション1603において、GISシステムは、飛行高度と対角線ピッチに基づいて、収集領域を対角状のライン区間のリストに変換する（例えば、NW、NE、SE、SWを通るライン区間）。飛行されたとき、対角状のライン区間は、収集領域をカバーする。

40

【0238】

アクション1604において、GISシステムは、複数の対角状のライン区間を選択して、これらを単一の経路に接続することで、対角線に基づいた飛行計画を作成する。幾つかの有用な態様および/または実施形態では、燃料消費を最小にし、かつ近接する対角状のライン区間を単一のターンで接続するように飛行計画が設計される。例えば、図7には、バージニア州Alexandria Countyをカバーする仮説的な飛行計画が示されている。

【0239】

飛行計画は、GISシステムからロガーコンピュータへと送信されて（例えば、携帯電話のネットワークを介する）、そこでパイロットによって読まれて（例えば、表示装置ま

50

たはタブレットコンピュータを用いる)、手動式に自動操縦装置に入力される。一度、飛行計画が入力されると、アクション1605において、パイロットは飛行計画で飛行する際、自動操縦装置によって飛行計画のほとんどにわたって乗物を制御して、画像収集プラットフォームによって、画像、位置、および方向のデータを収集する。画像センサは画像データを撮影し、これは次にコントローラによって圧縮されて、時刻が刻まれる。幾つかの実施形態では、画像センサが画像データに時刻を刻む。様々な実施形態では、撮影された画像データは傾斜画像データと最下点の画像データの1若しくはそれ以上である。ロガーコンピュータが、方向センサから時刻が刻まれた方向データを受信し、GPSセンサから時刻が刻まれた位置データを受信し、かつコントローラから時刻が刻まれた画像データを受信すると、時刻が刻まれた方向、位置、および画像のデータを記憶装置に書き込む。幾つかの実施形態では、時刻が刻まれた方向のデータは破棄されて、記憶装置に書き込まれない。幾つかの実施形態では、画像、位置、および方向のデータを収集することは多くの時間を要する。

10

【0240】

幾つかの態様において、1若しくはそれ以上の対角状の飛行経路区間中に問題が生じることがある(例えば、データが不正確に撮影されたり、データが不正確に記憶装置に書き込まれる)。様々な実施形態では、パイロットは条件的に自動操縦装置がこれら対角状の飛行経路区間を再度、飛行するように指示を出して、同じ飛行中、またはこの後の飛行の一部において、時刻を刻んだ画像、方向、および位置のデータを再度収集する。幾つかの実施形態では、乗物は無人であり、飛行計画は飛行の前または飛行の最中に、リモート制御を用いてプログラムされる。

20

【0241】

様々な実施形態では、ラインピッチ、ライン区間、および飛行計画の任意の1若しくはそれ以上は、対角状ではなく、例えば、基本方向(例えば、北、南、東、および西)、各基本方向間の方向(例えば、北東、北西、南東、および南西)、収集領域の最も長い軸と平行に向かうように決定された方向、または任意の特定の方向である。様々な実施形態では、GISシステムは、飛行計画の方向とは無関係に、1若しくはそれ以上のカメラグループと関連した1若しくはそれ以上のそれぞれの平面角に従って、ラインピッチ、ライン区間、および飛行計画の任意の1若しくはそれ以上を決定する。

【0242】

様々な実施形態では、任意の1若しくはそれ以上のひねり角度がGISシステムに対して特定されて(選択的に、1若しくはそれ以上のそれぞれの平面角に合わせて)、GISシステムが最適または相当に最適な飛行計画を決定できるようにする。様々な実施形態では、GISシステムによって、1若しくはそれ以上のひねり角度および/または平面角が飛行計画に対する補助データとして特定されて、全体として、飛行計画を向上させる。様々な実施形態では、1若しくはそれ以上のひねり角度および/または平面角はプログラム可能であって、例えば、高められた飛行計画が用いられるとき、ひねり角度および/または平面角が自動的に構成される。

30

【0243】

収集が終了すると、乗物は停止して(例えば、着陸する)、時刻が刻まれた画像、方向および位置のデータが記憶装置からデータセンターまで移動される。幾つかの実施形態では、データは、記憶装置からデータセンターまで、移動されたり、コピーされたりする(例えば、ネットワークを介して、またはPCEIエクスプレスを介して行う)。他の実施形態では、記憶装置は、乗物からデータセンターまで物理的に移動される。幾つかの実施形態では、アクション1606において、画像、方向、および位置のデータは、さらにデータセンター内で処理される。幾つかの実施形態では、画像、方向、および位置のデータが処理されると、連続して撮影されて、画像を重ね合わせる(例えば、60%重なり合う)ストリップが互いに縫い合わせられて、画像収集領域の二次元状のモザイクを作成する(例えば、1つのモザイクは、各カメラに相当する)。幾つかの実施形態では、三角測量を用いて、収集した画像、方向、および位置のデータから(例えば、2つまたは複数のカ

40

50

メラから) 収集領域の三次元状のモデルを作成する。幾つかの態様において、処理を行った画像を選択的に異なる解像度に再度サンプルする(例えば、10cm GSDで収集したデータを、20cm GSDまでダウンサンプルする、あるいは、10cm GSDで収集したデータを、20cm GSDまでより上位に(スーパー)解像する)。幾つかの実施形態では、処理を行った画像は、特別な特徴、例えば、損傷を受けた家、損傷を受けた屋根、人体、または構造に近接する木などを識別するために、さらに解析される。

【0244】

一度、画像が処理および/または解析されると、アクション1607において、インターネットを介して、またはコンピュータ読み取り可能なメディア(ハードディスクおよび/またはDVD-ROM、または任意の他の非揮発性の記憶メディア)の物理的な移動によって、処理および/または解析された結果の全てまたは任意の一部が利用者まで送信される。様々な実施形態では、利用者に送信されたデータは、処理された画像、例えば、収集領域の処理された画像である。幾つかの実施形態では、解析された画像、例えば、収集領域内の家の数が、利用者まで送信される。

10

【0245】

幾つかの実施形態では、飛行経路区間が対角状のとき、処理された二次元状の(2D)モザイクは、基本方向に視点を有する。幾つかの実施形態では、飛行経路区間は任意の方向であり、この際、収集のスワスを依然として向上させるものの、二次元状のモザイクの視点は非基本方向にある。幾つかの実施形態では、飛行経路区間と飛行計画は、乗物の移動ラインと乗物の移動プランであり、例えば、収集領域を横切って移動する自動車またはボードに用いられる。

20

【0246】

図17は、乗物に基づく画像の収集および解析システムの実施形態の選択的な物理的な詳細について概念的に示している。

【0247】

乗物1701は、1若しくはそれ以上のカメラ(例えば、カメラ1705)、ロガーコンピュータ1703、表示装置1704、1若しくはそれ以上の方向および位置センサ1710、記憶装置1702、および自動操縦装置1711を含む、画像収集プラットフォームを含む。乗物の実施例は飛行機であるが、これは、例えば、セスナ206H、ビーチクラフトB200キングエア、およびセスナサイテーションCJ2を含む。幾つかの実施形態では、乗物は、画像収集プラットフォームを含む、飛行機とは異なるものである(例えば、ボート、自動車、無人空中乗物)。

30

【0248】

カメラは1若しくはそれ以上の画像センサと1若しくはそれ以上のコントローラを含み、例えば、カメラ1705は画像センサ1707とコントローラ1706を含む。各カメラは、視認ポートを通じて、斜角で地上に向かって指向している。幾つかの実施形態では、視認ポートは、結露や温度勾配を減少させるように気候的に制御されて、撮影された画像データの質を向上させる。様々な実施形態では、カメラは、乗物からの振動と衝撃を低減するように安定化されており(例えば、振動はエンジンに由来し、衝撃は乱流に由来する)、従って、撮影された画像データの質を向上させる。様々な実施形態では、記憶装置は乗物から取り外されて、データセンターまで物理的に移動される。

40

【0249】

様々な実施形態では、カメラ1705とカメラ1501の任意の1若しくはそれ以上は、互いに具体化および/または実施化の関係にある。様々な実施形態では、画像センサ1707、画像センサ1502.1...1502.N...1512.K、歪み修正電子画像センサ1226、回転された電子画像センサ1306、および回転された電子画像センサ1410の任意の1若しくはそれ以上は、互いに具体化および/または実施化の関係にある。

【0250】

実施技術の例

50

様々な実施形態では、乗物は飛行機、ヘリコプター、軽航空機、ボート、船、大型荷船、潜水艦、人工衛星、宇宙機、自動車、またはトラックである。様々な実施形態では、乗物は様々な有人や無人である。

【0251】

幾つかの実施形態では、各カメラレンズの後ろに単一の電子画像センサを有する替わりに、複数のセンサのモザイクを用いる。モザイクは、レンズの後ろで、単一のペツパール面において組付けられる。他の実施形態では、レンズは一連の部分的な反射面を通じて光を許容するため、画像センサは複数の表面上で組付けられて、作用領域を重ね合わせる。様々な実施形態では、部分的な反射面は、スペクトルに関し選択式であって、様々なセンサを用いて、電子磁性スペクトルの様々な点を撮影する。幾つかの実施形態では、部分的な反射面は偏光に関し選択式であって、様々なセンサを用いて、入射光の偏光に関する情報を撮影する。さらに他の実施形態では、反射面は、複数のペツパール面の間で均一に、入射光を分断する。様々な実施形態では、モザイクは、複数のラインフォーマットのセンサを含み、それぞれ、スペクトルの様々な部分から光を集める。

10

【0252】

幾つかの実施形態では、ラインフォーマットのセンサのモザイクは、レンズの視界の前方および後方の縁で用いられ、このため、眺め角度から地上の同じ点が収集されるが、例えば、ほぼ、10度で隔てられて、時々、例えば数秒で分けられる。深さとスペクトルの情報の組み合わせを撮影するため、各レンズはこの後ろにラインフォーマットとエリアフォーマットの双方のセンサのモザイクを備える。得られる画像は、景色から三次元状の深さの情報を抽出するのに有用である。

20

【0253】

様々な実施形態では、乗物は、複数のカメラグループを用いて、名目進行方向に沿って、傾斜画像（および、選択的に最下点の画像）を収集する。第1の実施例として、2つのカメラグループは同じ見下ろし角度で指向して、選択的に最下点のカメラを用いる。各カメラグループは、それぞれの平面角で指向しており、例えば、シータおよび180度からシータを減算したもの、または替わりに、180度にシータを加算したものおよび360度からシータを減算したものである。第2の実施例として、4つのカメラグループが同じ見下ろし角度で指向して、選択的に最下点のカメラを用いる。各カメラグループは、それぞれの平面角で指向しており、例えば、シータ、180度からシータを減算したもの、180度にシータを加算したもの、および360度からシータを減算したものである。

30

【0254】

第1と第2の実施例では、同じ見下ろし角度は、実施形態および/または有用な態様に従って、20度～70度の間で様々なものである（あるいは、(0、90)度の中間の任意のもの）。第1と第2の実施例では、シータは任意の値であり、例えば、35度と55度間であり、特定の実施例の値では、実施形態および/または有用な態様に従って、40度、45度、または50度である。第1と第2の実施例では、名目進行方向は任意の値であり、例えば、基本方向（例えば、北、南、東、および西）、各基本方向間の方向（例えば、北東、北西、南東、および南西）、または収集領域の最も長い軸に対して平行に向かうように決定された方向である。

40

【0255】

少なくとも1つのカメラグループは、1若しくはそれ以上の電子画像センサを含む。幾つかの実施形態では、見下ろし角度でのカメラグループの指向（例えば、傾斜画像を撮影するためのもの）は、電子画像センサ上に形成される画像に歪みを導入する。

【0256】

幾つかの実施形態では、電子画像センサの任意の1若しくはそれ以上は、歪みを修正することができず、また他の実施形態では、電子画像センサの任意の1若しくはそれ以上は、全体的にまたは部分的に歪みを修正することができる。幾つかの非歪み修正画像センサは、ゼロのひねり角度を有する。幾つかの歪み修正画像センサは、非ゼロのひねり角度を有して、例えば、特定の仕方ではセンサの投影された横列（または、縦列）と整列するよう

50

にし、例えば、名目進行方向、基本方向、各基本方向間の方向と整列したり、または任意の他の整列を行うようにする。幾つかの歪み修正画像センサは、カメラグループのいずれかの特定のカメラに関連した複数のセンサ素子を含む。複数のセンサ素子は、カメラの光軸の周りで集合的に回転されて（例えば、非ゼロのひねり角度で）、かつ各センサ素子は、光軸の周りで独立して回転される。幾つかの非歪み修正画像センサは、均一な画素の配列を有する。幾つかの歪み修正画像センサは、非均一な画素の配列を有する。幾つかの歪み修正画像センサは、画像の集まりについて、非歪み修正画像センサを用いる場合には同一のものになるのに対して、より幅広のスワスを有するようにできる。

【0257】

結論

本明細書では何らかの選択を行っているが、本文および図面を用意する際に単に便宜を図るためであるが、それとは反対に、記載された各実施形態の構造または操作に関して、その選択がそれ自体で、さらなる情報を伝えるものと解釈されるべき旨の指示がある場合を除く。選択の例として、次のものを含む。図面の番号に用いられる名称の特定の構成または割当てと、各実施形態の特徴および構成要素を識別して、参照するために用いられる構成要素の識別名（指名または数に関する指定）の特定の構成または割当て。

【0258】

「含む（includes）」または「含んでいる（including）」は、開放型（オープンエンド）の範囲の設定を論理的に記載した抽象概念として解釈されることを意図しており、「以内（within）」などの語彙が明らかに続かない限り、物理的な抑制を伝えることを意図しない。

【0259】

上述の各実施形態では、説明と理解の明瞭さのため、幾分詳細に記載されているが、本発明は、そのように示された詳細に限定されない。本発明には多くの実施形態が存在する。開示された実施形態は例示的であり、非制限的である。

【0260】

開示内容と矛盾しないで、発行される特許請求の範囲内で、構造、構成、および方法について、多くの変更が可能なることを理解されたい。フローチャートとフローダイアグラムのプロセスの順番と構成、作用、および機能的構成要素は、様々な実施形態に従って変更可能である。また、これとは反対に特別な記載がない限り、特定された値の範囲、用いられた最大および最小の値、または他の特定の詳細（例えば、カメラまたはカメラグループの数および構成、電子画像センサの数および構成、名目進行方向、見下ろし角度、ひねり角度、および/または、平面角）は、単に記載された実施形態に関するものであり、改良について追跡し、技術の実行での変化を意図したものであって、限定事項として解釈されるべきではない。

【0261】

記載されたものに替えて、これらを実行する様々な構成物品、サブシステム、操作、機能、ルーチン、サブルーチン、インラインルーチン、手順、マクロ、またはこの一部について、従来技術で公知の機能的に等価な技術を用いることができる。

【0262】

各実施形態は、記載された各実施形態の多くの態様について最小の実施のための要求事項を越えて、詳細に、周囲の内容とともに記載されている。当業者であれば、幾つかの実施形態は、開示された構成物品または特徴を省略しているものの、残りの構成要素との基本的な協働関係は変更していないことを理解するであろう。従って、開示された各実施形態の様々な態様を実施するために、開示された詳細の多くは必須ではないと理解されよう。残りの構成要素が従来技術から区別できる範囲内で、省略された構成要素と特徴は、本明細書で開示された概念を限定しない。

【0263】

上記のような全ての構成中の変更は、記載された各実施形態によってもたらされる技術内容に対して、非本質的な変化である。また、本明細書で記載された各実施形態は、他の

10

20

30

40

50

想定、概観、監視、および写真測量の適用に対して広く適用可能であって、記載された各実施形態の特定の適用分野または産業に限定されない。従って、本発明は、発行される特許の特許請求の範囲内に含まれる全ての可能な修正および変更を含むことを理解されたい。

【 図 1 】

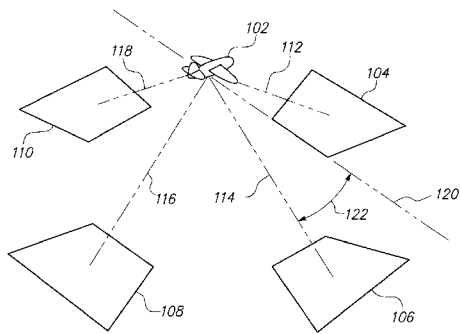


FIG. 1
(従来技術)

【 図 2 】

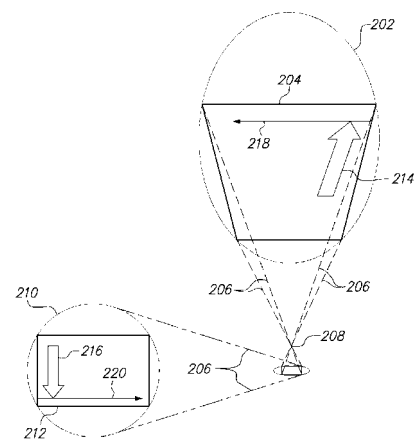
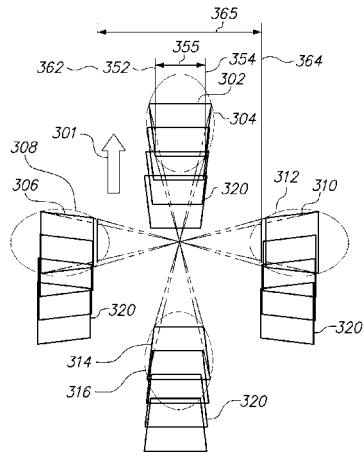
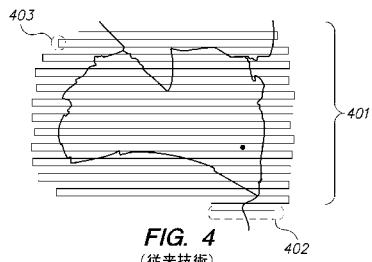


FIG. 2
(従来技術)

【 図 3 】

FIG. 3
(従来技術)

【 図 4 】

FIG. 4
(従来技術)

【 図 5 】

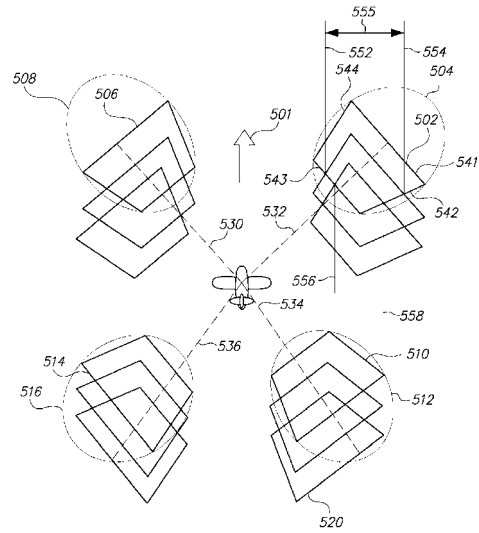


FIG. 5

【 図 6 】

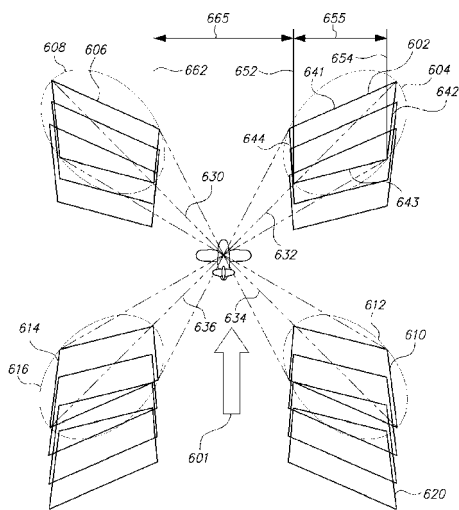


FIG. 6

【 図 7 】

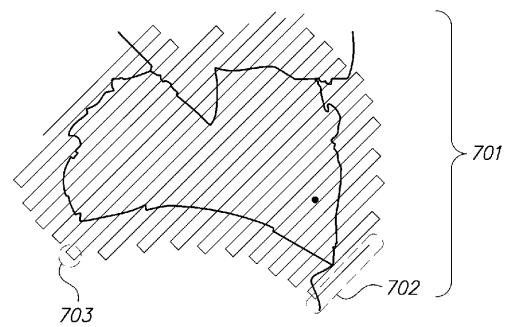


FIG. 7

【図 8 A】

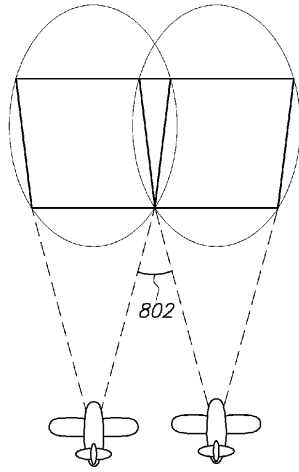


FIG. 8A

【図 8 B】

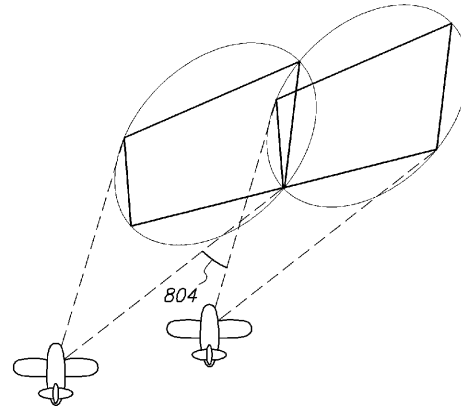


FIG. 8B

【図 9】

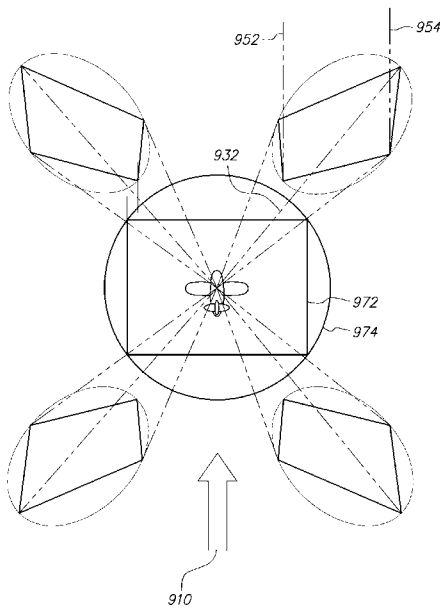


FIG. 9

【図 10】

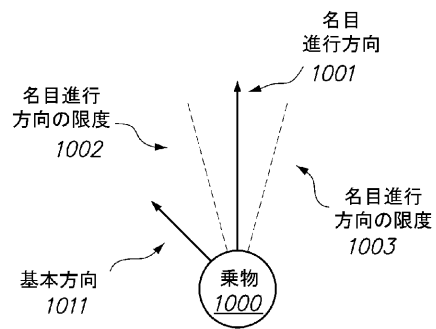


FIG. 10

【図 11】

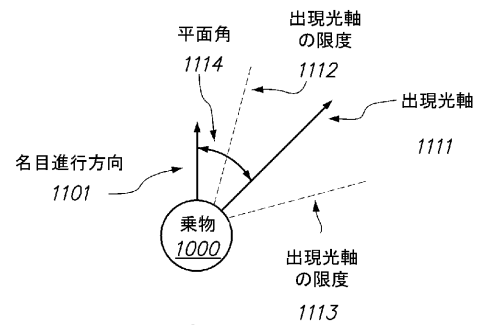
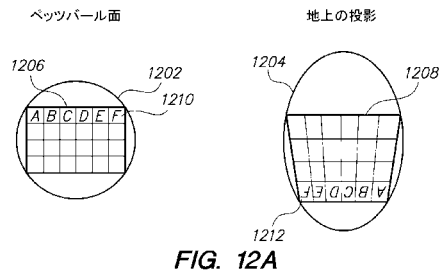
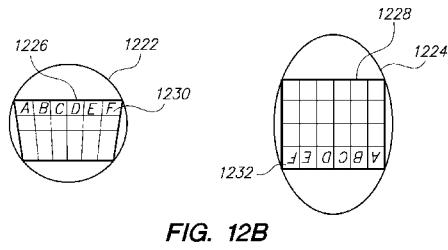


FIG. 11

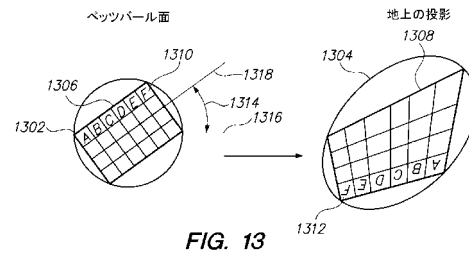
【図 12 A】



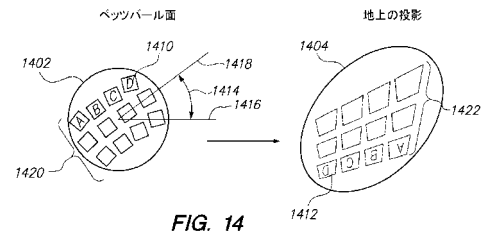
【図 12 B】



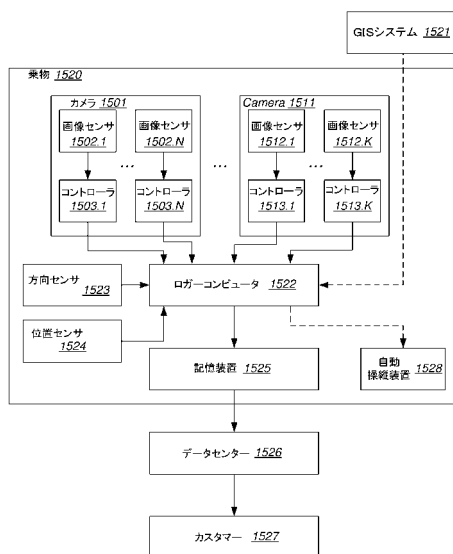
【図 13】



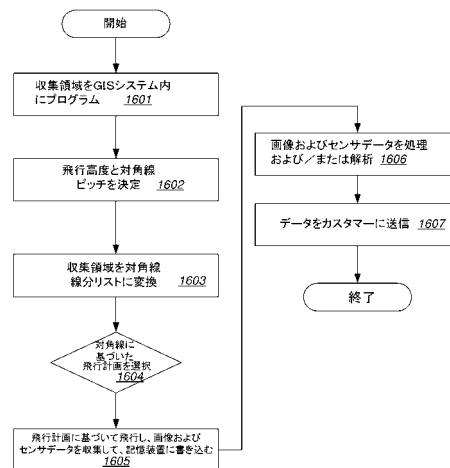
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

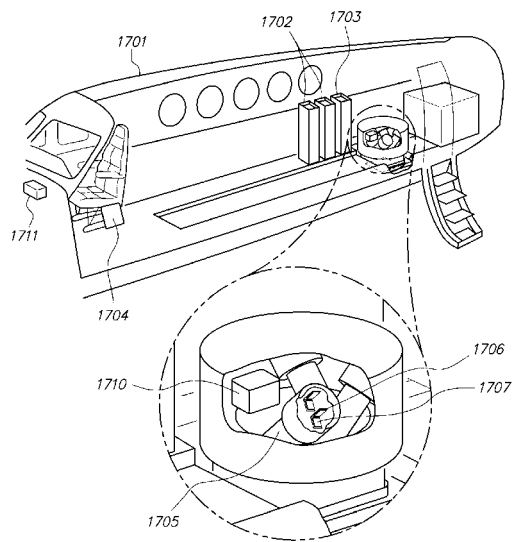




FIG. 17

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2014/030058
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04N 5/357(2011.01)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) H04N 5/357; B60R 1/00; H04N 7/18; G01C 11/02; G03B 37/00; G06K 9/00; G06K 9/32; G06K 9/40; G09B 29/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: aerial photograph, oblique, diagonal, distortion correction		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012-0288158 A1 (STEPHEN L. SCHULTZ et al.) 15 November 2012 See paragraphs [0023]-[0033], [0038]-[0039], [0070]-[0073], claim 1 and figures 1, 7-10.	1-33
A	JP 3300341 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 08 July 2002 See paragraphs [0031], [0038]-[0045], [0080], claims 1-3 and figures 4, 9, 21.	1-33
A	KR 10-2008-0106119 A (CHIL-GON KIM) 04 December 2008 See paragraphs [0015]-[0022], claim 1 and figures 1-5.	1-33
A	US 2006-0291744 A1 (ROGER MITSUO IKEDA et al.) 28 December 2006 See paragraphs [0005]-[0006], [0023]-[0035], claim 1 and figures 1-6.	1-33
A	KR 10-1008972 B1 (DONG KWANG G&T) 17 January 2011 See abstract, paragraphs [0013]-[0023] and figures 5-8.	1-33
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 30 July 2014 (30.07.2014)		Date of mailing of the international search report 04 August 2014 (04.08.2014)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsu-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer AHN, Jeong Hwan  Telephone No. +82-42-481-8440

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2014/030058

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012-0288158 A1	15/11/2012	AT 331204 T	15/07/2006
		AU 2003-291364 A1	03/06/2004
		AU 2003-291364 A8	03/06/2004
		BR 0316110 A	27/09/2005
		CA 2505566 A1	27/05/2004
		CA 2505566 C	08/04/2014
		CA 2821602 A1	27/05/2004
		CA 2821605 A1	27/05/2004
		CA 2821759 A1	27/05/2004
		CA 2821775 A1	27/05/2004
		CA 2821780 A1	27/05/2004
		CN 100585619 C	27/01/2010
		CN 101793514 A	04/08/2010
		CN 101793514 B	02/01/2013
		CN 1735897 A	15/02/2006
		DE 60306301 D1	03/08/2006
		DE 60306301 T2	16/11/2006
		EP 1418402 A1	12/05/2004
		EP 1418402 B1	21/06/2006
		EP 2261600 A2	15/12/2010
		EP 2261600 A3	21/03/2012
		ES 2266704 T3	01/03/2007
		HK 1088421 A1	15/10/2010
		JP 2006-505794 A	16/02/2006
		JP 2010-112959 A	20/05/2010
		JP 4901103 B2	21/03/2012
		US 2004-105090 A1	03/06/2004
		US 2009-096884 A1	16/04/2009
		US 2010-302243 A1	02/12/2010
		US 2011-091075 A1	21/04/2011
		US 2011-091076 A1	21/04/2011
		US 2012-020571 A1	26/01/2012
		US 2014-009626 A1	09/01/2014
		US 7424133 B2	09/09/2008
		US 7787659 B2	31/08/2010
		US 7995799 B2	09/08/2011
		US 8068643 B2	29/11/2011
		US 8204341 B2	19/06/2012
		US 8233666 B2	31/07/2012
		US 8634594 B2	21/01/2014
		WO 2004-044692 A2	27/05/2004
		WO 2004-044692 A3	22/07/2004
JP 3300341 B2	08/07/2002	AT 333192 T	15/08/2006
		CN 1378746 A	06/11/2002
		CN 1561093 A	05/01/2005
		DE 60029335 D1	24/08/2006
		DE 60029335 T2	16/11/2006
		EP 1227683 A1	31/07/2002

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2014/030058

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		EP 1227683 A4	25/06/2003
		EP 1227683 B1	12/07/2006
		KR 10-0522218 B1	14/10/2005
		US 6911997 B1	28/06/2005
		WO 01-28250 A1	19/04/2001
KR 10-2008-0106119 A	04/12/2008	None	
US 2006-0291744 A1	28/12/2006	US 7379619 B2	27/05/2008
KR 10-1008972 B1	17/01/2011	None	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 カンター、デイビッド レビー

アメリカ合衆国、 9 4 0 2 4 カリフォルニア州、 ロス アルトス、 1 3 1 8 ホーリー アベニ
ュー

Fターム(参考) 5B057 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12 CB16 CD12 CE10