

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-13514

(P2007-13514A)

(43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4N 5/232 (2006.01)	HO4N 5/232 Z	2H059
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225 C	5B057
GO6T 3/00 (2006.01)	GO6T 3/00 300	5C054
GO3B 37/04 (2006.01)	GO3B 37/04	5C058
HO4N 5/74 (2006.01)	HO4N 5/74 Z	5C122
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2005-190962 (P2005-190962)  
 (22) 出願日 平成17年6月30日 (2005.6.30)

(71) 出願人 305015774  
 梶川 泰司  
 広島県庄原市高野町高暮539  
 (72) 発明者 梶川 泰司  
 広島県庄原市高野町高暮539  
 (72) 発明者 鳴川 肇  
 東京都杉並区堀ノ内2-18-15-303  
 Fターム(参考) 2H059 BA12  
 5B057 BA02 BA13 BA24 CA12 CA16  
 CB12 CB16 CD16 CE08  
 5C054 FD02 FD03 FE17 HA37  
 5C058 BA23 BA24 BA31 EA31  
 5C122 DA11 EA61 FA02 FA18 FH04  
 FH07 FH18

(54) 【発明の名称】 720° 全方位矩形画像モニタリングシステム

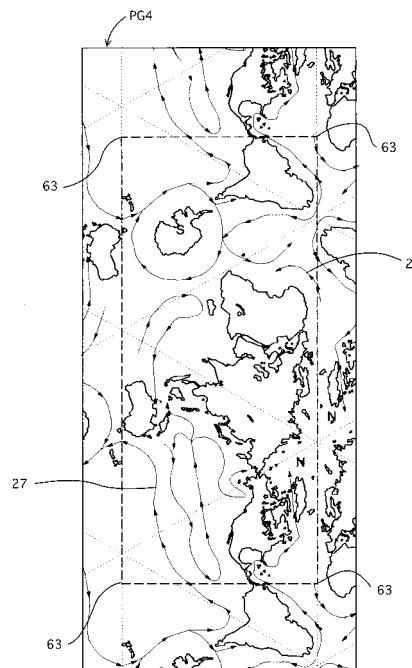
(57) 【要約】

【課題】 全方位720度srの球面画像をシームレスに連続した矩形画像単位に変換し表示すると共に、該画像単位を平面充填して時間と空間の連続性を表示する中で不連続的で局所的な変化のみを検出する。

【解決手段】

リモート操作可能な分散型カメラによって撮影される画像から、互いに重複しない全方向かつ全視野に相当する720度srのシームレスな一つの球面画像として統合した後、球系多面体上に写像し、最終的に一定の縦横比をもった連続した矩形画像単位に変換し、該単位全体をほぼ同一の該縦横比をもった矩形ビューアー内に取り込み、人間の視野角で一度に捉えられるモニターに完全表示する全方位矩形画像モニタリングシステムを構築する。さらに該単位を時系列的な単位とし、2回回転対称操作によって該単位毎の各辺で該単位内の被写体と背景の少なくともどちらか一方がほぼシームレスに相互に連続するように平面充填して、被写体あるいは背景の時間的変化を検索するモニタリングシステムを構築する。

【選択図】 図12



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

全方位画像モニタリングシステムを構築するにあたり、互いに少なくとも2つの異なる方向に向けたリモート操作可能な分散型あるいは分離型カメラによって撮影される同時的または非同時的な画像を、互いに重複しない全方向かつ全視野に相当する最大限720度s rのシームレスな一つの球面画像として統合し、さらに球系多面体上に写像し、一定の縦横比をもった矩形画像単位に変換した後、該単位を該単位の各辺の midpoint における2回回転対称操作によって、該単位毎の各辺で該単位内の被写体と背景の少なくともどちらか一方が常にシームレスに相互に連続するように平面充填した画像領域にし、該画像領域の一部を該単位と同一の縦横比をもった矩形ビューアー内に取り込み、人間の平均的な視野角で一度で捉えられるモニターまたはスクリーンに完全表示したことを特徴とする720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

10

## 【請求項 2】

上記一つの球面画像として統合し、さらに球系多面体上に写像しを、一つの球系多面体画像として統合したことを特徴とする「請求項 1」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

## 【請求項 3】

上記一定の縦横比を、1:3または3:4または1:4:3の縦横比にしたことを特徴とする「請求項 1」、および「請求項 2」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

20

## 【請求項 4】

上記カメラに対して、カメラ全体に共通の回転軸を設けて一体となって回転する機構を付加したことを特徴とする「請求項 1」、「請求項 2」、および「請求項 3」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

## 【請求項 5】

上記矩形ビューアーを、異なった3方向グリッド上または上下左右に移動する該単位と同領域を表示する移動型矩形ビューアーにしたことを特徴とする「請求項 1」、「請求項 2」、「請求項 3」、および「請求項 4」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

## 【請求項 6】

上記矩形ビューアーを、矩形画像単位領域よりも常に大きい領域を表示する矩形ビューアーとしたことを特徴とする「請求項 5」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

30

## 【請求項 7】

上記矩形画像単位を、時系列的な単位とすると共に、上記常にシームレスに相互に連続するように平面充填した画像領域を、ほぼシームレスに相互に連続するように該矩形画像単位を縦および横方向に定めた時間単位に基づいて平面充填した画像領域にしたことを特徴とする「請求項 1」、「請求項 2」、「請求項 3」、「請求項 4」、「請求項 5」、および「請求項 6」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

## 【請求項 8】

上記平面充填した画像領域を、平面充填した多層化レイヤーによる画像領域としたことを特徴とする「請求項 1」、「請求項 2」、「請求項 3」、「請求項 4」、「請求項 5」、「請求項 6」および「請求項 7」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

40

## 【請求項 9】

上記平面充填した画像領域を、ランダムまたはシャッフルで平面充填した画像領域にしたことを特徴とする「請求項 1」、「請求項 7」、および「請求項 8」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

## 【請求項 10】

上記システムに対して、上記矩形画像単位間における被写体あるいは背景の時間的空間的变化のみを検出または検索する機能を付加したことを特徴とする「請求項 7」、「請求項

50

8」および「請求項9」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

【請求項11】

上記モニターおよびスクリーンに完全表示を、複数のモニターまたは複数のスクリーンに分割表示したことを特徴とする「請求項1」、「請求項2」、「請求項3」、「請求項4」、「請求項5」、「請求項6」、「請求項7」、「請求項8」、「請求項9」および「請求項10」記載の720°全方位矩形画像モニタリングシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、720度srの全方位かつ全視野を同時的、あるいは非同時的に捉えるための画像モニタリング技術に関する。さらに全方位かつ全視野を一定の縦横比をもった矩形画像単位に変換し、該単位を時系列的な矩形画像単位としてシームレスな平面充填システムに応用した画像処理方法および画像検索方法に関する。また該矩形画像単位をビューアー、モニターまたはスクリーンに表示する方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

超広角視野を捉えるための広角レンズには、イメージサークルそのものが円形視野となる全周魚眼レンズとその円形視野の中央部だけを矩形ビューアー（またはファインダー）として使用する対角線魚眼レンズの2種類がある。後者の場合の画角は、円形視野に内接する矩形の対角線によって決定される。

20

【0003】

ここで画角を説明する幾何学的概念の形態は円錐であり、画角は図1においてイメージサークルと呼ばれる円形視野C2のような球面上の小円の直径とそれを底面にした円錐の頂点O1からなる三角形切断面（図示しない）における該頂点部分の角度である。

【0004】

また、光学分野で視野（field of view）とは、光学機器を通してみることのできる領域または立体角のことである。立体角は全視野を一つの球面に設定した時、全球面に対し円形視野C2のような可視的な領域、または対象物2の球面S1上での占有率である。その大きさは、中心O1から対象物2に向けて結ばれる半直線の集合でできる錘を、O1を中心とする半径1の単位球面S1で切るとき、球面上にできる断面部分の表面積1で計る。O1から見た全空間の立体角は、720度sr（4sr）である。

30

【0005】

フィッシュアイと言われる超広角の視野をさらに拡張し、全方位全視野を捉えるためのビューアーがIPIX（Interactive Pictures Corporation 米国テネシー州・オークリッジ）で提案されている。IPIXは、全周魚眼レンズで撮影された2つのイメージサークルを2つの半球面として合成し、全球に再構成する。その結果、全方位を一度に眺めることはできないが、矩形ビューアーを移動させながら、全球の一部を上下（チルト）左右（パン）の操作で順次見ることができる。

【0006】

このような矩形ビューアーを移動させながら、超広角視野の極限である球面の一部を観察するという方法は、GPSを用いたナビゲーションシステムにも見られる。この場合、結果的に車などの移動体の進行方向に応じた有効なビューアー領域が表示される。

40

【0007】

移動方向を確認しながら現在位置を知るためには、より広い領域と局所領域との相互関係を捉える必要がある。飛行機のように移動速度がより高速になるにつれて、パイロットが必要とする局所的矩形領域を表示する範囲は相対的により拡大される傾向がある。

【0008】

矩形ビューアーを地球球面領域にまで相対的に拡大したものが、円筒図法で達成される最大の矩形サイズ、すなわちメルカトル世界地図である。地球を周回する宇宙船の軌道を管制するにはこの最大限のビューアーが必要である。唯一の矩形の表現形式である円筒図法

50

による世界地図は、経度に基づいた角度で球面を分割して赤道に接する円筒面に球の内側から写像して形成される。また、同一の概念を用いたパノラマは、全周360°を分割して撮影し、円筒形状に画像を合成し平面化する撮影方法である。

【0009】

一方、『INVENTIONS』St. MARTINS' Press、p. 85とUS PAT. 2393676に示される、バックミンスター・フラ－(R. Buckminster Fuller)のダイマクシオン・マップは、全球面の地理的画像を正二十面体にトポロジカルに投影し、その展開図で世界地図を表示している。この場合、地図を作製したあとでも、必要に応じて正三角形を再配列することができる全方向性を特徴としている。球状正二十面体の各球状正三角形は、球面情報を投影する球系正二十面体の各正三角形と対応しているので、全球面を20等分した領域が多面体の展開図として平面化しても相対的な面積比は保たれたまま変換できる最初の多面体投影法である。

10

【0010】

特開平11-298780による広領域撮像装置および球空洞投射装置では、各々のテレビジョンカメラに対応した複数のプロジェクタを用いて、720度srの全視野かつ全方向の画像を円球空洞形状のスクリーンに表示することができる。

【特許文献1】特開平11-298780「広領域撮像装置および球空洞投射装置」

【非特許文献1】IPIX「IPIX 360 Suite」(<http://www.ipix.com/>)

【非特許文献2】『INVENTIONS』、R. Buckminster Fuller (St. MARTINS' Press、1983、P. 85)

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

より広い視野を一つの矩形ビューアーに収めようとする、画像の認識を妨げる「図」あるいは「被写体」、と「地」あるいは「背景」のどちらでもない余白領域(以下ノイズ)が現れる。このノイズの占有面積比(以下ノイズ比)が小さいほど一般的に認識しやすくなる。全周魚眼レンズの場合、ノイズ比は図2の67のレイアウトで21.5%になる。この図では、斜線の部分の占有率である。これに対して、視覚認識上、長方形のビューアー領域を最大限生かすことを優先した対角線魚眼レンズでは、円形画像の円周部を除外して矩形ファインダー(ビューアー)に表示される。この場合はノイズ比は0%であるが、広い視野は失われる。また広い視野を円形または矩形で認識できる限界画角は、設計理論とレンズ製造コストから220度以下であると言われている。

30

【0012】

またダイマクシオン・マップのノイズ比を測るために、該マップ全体最小限の矩形領域にはめ込む。この場合、「図」=陸地でも、「地」=海でもないノイズが形成され、ノイズ比は図2の69のレイアウトで39.4%、同様に一月の海流などを示す際に用いられた南極を中心に再配列したダイマクシオン・マップ(「バックミンスター・フラ－のダイマクシオンの世界」p. 180/バックミンスター・フラ－、R. W. マークス共著・鹿島出版会、1978)を示す図2の68のレイアウトでは63.5%になる。このように、全方向全視野の全球面を矩形のビューアーで認識しようとするれば、これまでの光学的または投影図法的方法ではノイズ比が高くなる傾向がある。

40

【0013】

またIPIXのように、光学レンズを利用して複数の広角画像をコンピュータに取り込み、全方位のデジタル画像を疑似球面に合成する場合、矩形のビューアーに表示されるのはつねに球面領域の一部である。またカメラの回転軸に沿ってビューアーが設定されているため、観察者にとっての極軸の2つの極点上の情報は欠落し、黒い小さな円形としてビューアーに表示される。IPIXもまた概念的にはパノラマの360°の視野を表示する方法である。

【0014】

50

人間の視野で容易に全球面地理情報を同時に認識できる円筒図法などによる矩形の世界地図は、概念的には、最大球面領域を表示する最初の矩形ビューアー、つまり領域とビューアーが一致した場合とみなせる。しかし、球面を円筒に投影する図法のため、両極圏の形状が無限大となる。現在のメルカトル世界地図は、横または縦方向のどちらか一方の連続画像は再現できても、完全に多方向に矛盾なく連続した隙間のない全球面を表す平面画像は理論的に不可能なので、投影面の軸と地軸の関係を変化させて、要求される広い視野の平面画像の連続性を補正している。

#### 【0015】

またダイマクシオン・マップは、正二十面体を用いた全方位、2点間距離、面積比などをより正確に再現することに成功した最初の世界地図であるが、主に正三角形の再配列による展開図では「一つの海に浮かぶ一つの島」という表現目的のために大陸をいっさい分断させなかった結果、展開図の外形パターンに正三角形によるジグザグな輪郭線が現れ、不定形で非対称的な外形線の全長は矩形の外形線に比較して四倍に増加する。現在、一般に知られたダイマクシオン・マップは、図2の69で示したレイアウトよりも外形線は複雑化している。

10

#### 【0016】

広領域撮像装置および球空洞投射装置は、720度sr画像を投射するために、閉じた球形または多面体状のスクリーンと複数のプロジェクタを用いるため、装置が特殊で大がかりなものになり、複数の画像間で同期性を得る煩雑な作業を要する。また、球状の情報を球状スクリーンに全方位全視野の画像を再現しても、人間の視野角ではその一部しか同時に認識できない。

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0017】

本発明の目的は、全視野かつ全方向の画像処理および画像表示に関し、従来の全方向画像表示方法では不可避であったノイズを100%排除し、人間の視野角で一度で容易に認識できる矩形画像に変換することにある。また球状世界での出来事、生命圏、対流圏、成層圏などにおける地理学、気象学、物理学的情報など、特に国際便航空路、気象観測図や人工衛星などの高速移動体に関する軌跡が分断されることなく、また全方向カメラや複数の衛星を利用した全世界地図表示に最適な矩形の画像処理および画像表示方法を提供することである。全方位の画像表示形式を現在の印刷形式やカメラのファインダー、モニター

30

#### 【0018】

また本発明の目的は、複数のカメラの正四面体的分散あるいは分離した配置方法などによって、連続した全球面画像の720度srの画像領域を、被写体と背景がシームレスに連続した矩形画像単位に変換させる方法を提供することにある。その矩形画像単位を切れ目なく連続させ平面充填システムに応用した画像処理および表示方法を提供すると共に、その矩形画像単位を移動型ビューアーとして設定することを目的とする。

#### 【0019】

また、時間性を画像情報に加えた全方位平面充填画像処理および表示システムは、矩形画像単位を該単位毎の各辺で該単位内の被写体と背景の少なくともどちらか一方がほぼシームレスに相互に連続するように平面充填して、被写体とその背景の意味的連続性を確保することによって、全方位における時間的変化または局所的変化を検索または検出することを目的とする。このように矩形ビューアーに全球面情報である全視野を表示するシステムでは、720度srの最大視野領域の歪みと全方位を犠牲にすることなく、全方位の画像を単体または複数の矩形画像単位領域として同時的または時系列的に連続的に表示することができる。言い換えれば、全方向という空間の連続性と時間の連続性という新たなシナジー的機能を様々な画像検索、画像検出に応用することを目的とする。検索または検出された変化部分のみを、新たなレイヤーに抽出し連続的な平面充填システムとしてあるいはアニメーションとして表示することを目的とする。

40

#### 【発明の効果】

50

## 【0020】

全風景と全表面の720度sr画像を観察する被写体と観察者の関係には二通りある。そのひとつは、ある一点の周りから全方位に存在する多数の被写体を観察する形式で、その代表的なものには天体観測や超広角撮影方法がある。これに対し、ひとつの被写体を全方位の多数の視点から観察するもうひとつの形式があり、代表的なものには人工衛星などによる惑星地球表面の観測がある。この二つは被写体と観測者の立場が互いに入れ替わる相補的關係にある。惑星地球を大気圏外から同時に見た人間もいないし、自分の外側を同時に見る人間もいない。地球を地球儀に縮小したとしても、全球面を同時に見る視覚は人間には備わっていないように、全方位全視野をシームレスな矩形表現形式で観察する技術はこれまで存在しなかった。本発明によって、人間の平均的視野で自分以外のすべての環境を同時に捉えるための惑星地球全体または銀河全体、あるいは机の上の地球儀を手にする自分のすべてを見る視野、つまり全方位全視野を人間の視野で同時的にモニタリングするための矩形の地図または画像を作成する方法を提供する。

10

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0021】

本発明は、全方位720度sr画像の歪みをより少なくするために、全球面の立体角と中心角をそれぞれ等値に設定できる最小限の球系多面体である正四面体を用いて、全方位画像として統合した後、該正四面体を平面に展開すると共に平面充填可能な全方位矩形画像単位に変換して、人間の平均的な視野角で一度に捉えられるモニターまたはスクリーンに完全に表示することを可能にする。

20

## 【実施例1】

## 【0022】

実施例を図3に基づいて説明すれば次の通りである。球体である惑星地球S4を被写体とし、その全表面を外側から内向きに撮影するカメラ(インサイドカメラ)Aは、被写体である惑星地球S4の中心O3と惑星地球S4に外接する正四面体P7の頂点25を結んだ光軸26上に設置する。この場合、各カメラAは、正四面体の頂点25より球面から遠くになれば視点は任意の位置に設定できる。光軸26はO3に向いており、カメラAの画角1は最大38.94度になる。図示はしないが、光軸26上で頂点25からより球面に接近して、1ステラジアン分の領域の一部が欠落する場合は、複数の複合化した正四面体の頂点から撮像してもよい。

30

## 【0023】

次に、図4に示すように、撮像された各1ステラジアン分の画像は、単位球面S2に対応する球状正四面体の4分の1の領域である球状正三角形6に取り込まれ、他の領域と互いに重複しないで全視野と全方位の4ステラジアン相当の全球面画像に統合し、球状正四面体の全方位画像R1を得る。さらに、この球状正四面体の全方位画像R1から最小限の球系多面体である正四面体P4に写像する過程について説明する。歪みを均等に分散する対称的な正四面体を投影面として用いて、立体角と中心角を共通にする。単位球面S2に等しく分割した1ステラジアン分の画像に相当する斜線で示した球状正三角形6を単位球面S2に内接する正四面体P4の太線で囲まれた斜線部の正三角形5に写像する。同様の操作を正四面体P4の他の三面でも行う。図5には、惑星地球の海岸線という球状地理学的情報のみを正四面体P4に写像した画像R2を示す。次に図6で正四面体P4の全方位画像R2を矩形に変換する方法を説明する。図5に示す正四面体P4の稜線の中点17と頂点19、中点17と頂点20の各線分と、頂点18と頂点21の線分に沿って分離して展開すれば、矩形平面化できる。正四面体P4を展開した矩形の世界地図は、正四面体P4の稜線の長さを1とした場合の縦横比L1:L2=1:3の全方位の矩形画像単位SC1である。

40

## 【0024】

図7に示すように、全方位矩形画像単位SC1を該単位の各辺の中点で2回回転対称操作によって、単位内の被写体と背景がシームレスに相互に連続するように、該単位SC1の各辺で縦横に並べながら充填してゆくと、平面充填画像BC1が得られる。図中では該単

50

位 S C 1 は太線に囲まれている。該単位 S C 1 は、オセアニア地域を中心に全世界を平面に拡げた地図であるが、該単位 S C 1 を平面充填すると、新たに別の地域を中心とする様々な二次的矩形画像単位 S C 4 1 , S C 4 2 , S C 4 3 が現れる。これらの単位は、単位内の被写体と背景が相対的に移動して変化しても全方位と全視野の画像領域は不変である。二次的矩形画像単位 S C 4 1 , S C 4 2 , S C 4 3 は全方位矩形画像単位 S C 1 と同じ縦横比で地図の中心が異なり、互いに移動する方向が 60 度ずつ異なるので、移動型のビューアーとして利用できる。また、このような平面充填によって二次的矩形画像単位 S C 4 1 より一回り大きい領域 P G 5 などの二次的に形成される矩形画像領域を単独のビューアーとして利用できる。

【 0 0 2 5 】

次に図 8 の全方位矩形画像単位 S C 2 の四個分の大きさを持つ平面充填画像 B C 2 では、通常サイズの世界地図としての矩形画像単位 S C 2 の 4 つのコーナー 6 2 においても、平面充填によって連続性が維持され、局地と全体との関係がより把握できる。この B C 2 を固定したビューアーとして利用してもよい。

【 0 0 2 6 】

図 9 において連続移動可能なビューアーを説明する。この平面充填画像 B C 3 においては、正四面体の全方位画像を構成していた正三角形の各辺 E 7 (点線で表示されている)は平面充填システムでは三方向グリッド X、Y、Z を形成する。この三方向グリッドに沿った 60 度毎の方位間で、方向転換および連続移動可能な縦横比が  $1 : 2.31 (= 3 : 4)$  の矩形画像単位 S C 1 と同じ面積を表示するビューアー V 3 , V 4 , V 5 を設けてグリッド上の任意の矩形画像単位を取り出すことができる。また図 16 に示される矩形画像単位 S C 1 と同じ面積を表示するビューアー V 1 1 のように、 $1 : 4.3$  の矩形ビューアーを形成してもよい。この場合のビューアー V 1 1 の移動方向は縦横の 2 方向に限られる。

【 0 0 2 7 】

図 10 および図 11 において、上記の平面充填システムから新たなビューアーに表示される異なった配置の世界地図を示す。L C 1 は、中近東を中心に配置した世界地図である。L C 2 は、太平洋を中心に配置し、L C 3 は、南極大陸を中心に配置し、L C 4 はアジア、特にインドを中心に、L C 5 はスペイン・ポルトガルを中心に、L C 6 は中米パナマを中心に、L C 7 はオセアニア・特にニュージーランドを中心に配置した世界地図である。さらに L C 8 はアジア、特に日本を中心に配置した世界地図である。このように、全方向に移動可能な全視野かつ全方位の矩形ビューアーによって、様々な地域を中心に大陸と海がとぎれることのない複数種の世界地図を形成できる。

【 実施例 2 】

【 0 0 2 8 】

ビューアーの他の実施例を示す図 12 は、720 度 s r の画像領域を超えてズームアウトしたビューアー P G 4 を示す。ビューアー P G 4 は、各辺および四つのコーナーの地域 6 3 においても全体との地理関係を把握しやすい。また図中には、世界の 1 月における海流の動きを太線の矢印の集合 2 7 で示している。図 13 に示される全方位全視野のダイマクシオン・マップによる海流図と比較すると、矩形画像単位内部の陸地と海が分断されずに示されている。このように、主に海洋図やさらには陸も海も関係する国際線空路のような地球規模の主題図を扱う場合には、全体との関係がノイズ比 0 % の矩形で表示できる。また、メルカトル図法では表示できない南極周辺を中心とした主題図、例えばオゾンホールの世界分布図として利用してもよい。とくにメルカトル図法では表示が困難な極軸方向の位置関係を明らかにできる。

【 実施例 3 】

【 0 0 2 9 】

分散型カメラに関する他の実施例を図面に基づいて説明する。図 23 に示す一点から外向きに全方位画像を非同時的に撮像する方法とビデオカメラ (アウトサイドカメラ) の具体的な配置について説明する。合同な 2 つの正四面体 P 1、P 2 は中心 O 8 を共通にして双対的に配置され、各正四面体の頂点は立方体の 8 つの頂点を形成している。141.06

10

20

30

40

50

度の画角を持つ2台のカメラのレンズは、共通の光心O8と光軸E1、E2を有する。光軸E1、E2は光心O8において109.5度(図中1)で交わる。また光軸E1、E3は光心O8において70.5度(図中2)で交わる。以上の設定で回転軸x、y、zのいずれか1つに沿って90度毎の計四回の撮像によって二種類の全方位画像をそれぞれ統合することができる。各回転軸は正四面体の稜線の中点を互いに通過するが、この3次元での2回回転対称性は矩形画像単位を平面充填したときの各矩形画像単位の各辺の中点における二回回転対称性を維持する。

#### 【0030】

図15の中央の太線に囲まれた領域は、この撮像方法によって得られた矩形画像単位SC20である。この該単位SC20の辺の中点M10、M11、M12、M13を中心に2回回転対称操作によって、縦横方向へシームレスに充填され平面充填画像BC4が形成される。この2回回転対称性は、平面充填画像BC4を構成するすべての矩形画像単位SC20内の被写体と背景に適用できる。言い換えれば被写体と背景があらゆる形状、配置関係であってもこの対称性は失われない。

10

#### 【実施例4】

#### 【0031】

平面充填した他の実施例を図16に示す。矩形画像単位を時系列的な単位とし、該矩形画像単位を該単位の各辺の中点における2回回転対称操作によって該矩形画像単位毎の各辺で該矩形画像単位内の被写体と背景の少なくともどちらか一方がほぼシームレスに相互に連続するように縦および横方向に定めた時間単位に基づいて順次に平面充填されて構成される。図15と同じ撮像場所でビデオ録画された縮小平面充填画像BC5は、矩形画像単位を横60、縦60の単位を持つ格子に左上から毎秒一枚ずつ右方向に充填してゆくと一分間で1行目が充填され、同様に二行目の左端から60行目の60列目まで並べてゆくと、1時間分の動画記録にあたる3600個の画像の各被写体と各背景をこの格子上でほぼシームレスに連続させることができる。この時間性を含んだ平面充填システムにおいても、前述の2回回転対称の周期性をともなっている。それゆえに被写体が動いて変化が生じた場合、この2回回転対称性が部分的に崩れる事で局所的な変化が強調されて、シームレスな連続性が失われることによって変化の起きた場所、つまり出来事が発生した時刻を視覚的に容易にモニタリングできる。

20

#### 【0032】

この平面充填画像システムにおいて、撮像時間が異なっても被写体や背景が大きく変化しない限り、空間的連続性は確保されるため、ビューアーにより4つの異なった時間配列方向を連続移動し走査できる。太線E15で囲まれた矩形画像単位SC8は同一時刻(03:00)の画像を示す時系列的な単位であるが、移動状態の被写体48が矩形画像単位SC8内で撮像されると、撮像時刻が異なる隣接する矩形画像単位間での対称性が失われ、背景から分離されて認識しやすくなる。この検索方法では全方位全視野を表示する移動型ビューアーV11によって横方向に1コマずつ連続移動させると1秒間毎の出来事の変化率を検証することになり、縦方向に1コマずつ移動させると分毎の出来事の変化率を検証することができる。また、形状の異なったビューアーV12によって3つの異なった時間配列方向を3方向グリッドに従って連続移動し走査できる。このように連続移動可能なビューアーの形状には3通りある。また複数の撮像時刻を混在させたり、ビューアーを移動させて被写体のなかで重要なものを中心に配置することによって、動画の平面充填システムの検索に利用できる。

30

40

#### 【実施例5】

#### 【0033】

図17は、図16の中の移動型ビューアーV12を拡大したものである。ビューアーV12の左の窓に映る動く被写体48が異なった時間領域内で分断されて表示されている。図17下段の時間領域を示す分布図は時間領域T1、T2、T3、T4、T5によって異なった時刻を組み合わせて表示している。時間領域T2には被写体48は写っていないため、時間領域T3から時間領域T4の間に被写体48が移動した履歴がわかる。

50



## 【0034】

上述の実施例は時間的連続性を保ち、撮像時刻順に矩形画像を充填させ、変化の起きた時刻を時系列に把握する場合であるが、撮像時刻順ではなくランダムあるいはシャッフルで矩形画像単位を充填させても上記のシステムは保たれるため、720度srの全方位全視野を表示する矩形画像単位に複数の異なる撮像時刻を混在させることもできる。図18は、4方向の異なった光軸によるカメラで撮り込まれた1ステラジアン分の画像がそれぞれの部分に配置されたかを、光軸の種類別にAからDまでの記号で示しランダムな数字に従って平面充填した配置図BC6である。この配置例のように画像を充填してゆけば、時間順序を無視しランダムに、あるいはシャッフルで1ステラジアン分の画像を配列しても画像の中で全体的な連続性は失われない。例えば1コマ目の光軸Aの画像A1の隣は9コマ目の光軸Bの画像B9ができてほぼシームレスで表示する事ができる。その結果、静止した被写体と背景が作る対称性のある模様「地」と「図」だけではなく、動く被写体または動く背景が容易に「図」と「地」の相補正から識別されやすくなるので、720°の全方向と全視野の監視システムとして利用できる。

10

## 【実施例6】

## 【0035】

平面充填画像の変化部分だけを強調したり、変化部分だけを表示する検索方法の他の実施例を図19から図21に基づいて説明する。無限に連続していく平面充填画像BC7の中から微細にわたって変化部分を目視で見つけだすことは集中力が強いられるため、異常を示す変化部分だけを自動的に検索したり検出して表示するシステムによってさらに監視作業を支援するシステムを説明する。図21に示す平面充填画像BC9では、周囲の被写体をいっさい表示せず、変化する被写体48だけを鮮明に表示している。この微細な変化でも見つけ出す検索方法は図19に示す平面充填画像BC7を構成する各画素の3桁の数値で示されるRGBの数値にマイナス1をかけて図20に示すネガ画像の平面充填画像BC8を形成し、正常時の画像に対して監視ビデオカメラから送られてくる最新の画像に重ね合わせてその差の絶対値を用いると、変化のない部分は無地領域となり時系列的に変化する被写体48だけが鮮明に表示される。この方法によって検索および検出機能を形成できる。また、図示はしないが、平面充填画像の変化部分だけを強調したり、変化部分だけを表示する他の検索方法には、正常な状態に撮られた画像のネガ画像の不透明度(opacity)を50%にしたものを監視ビデオカメラから送られてくる画像に重ね合わせると、この初期設定画像と変わりのない部分は灰色の無地領域となり、変化のある被写体や背景だけを表示することもできる。この場合も、変化する被写体または背景だけを表示することで全方向と全視野における監視を行いやすくなる。

20

30

## 【実施例7】

## 【0036】

平面充填システムにおける検索方法の他の実施例を示す図22では、時間的変化を多層化レイヤーで表示した平行面で捉える方法について説明する。縦横の分、秒に、コマという25分の1秒の縮尺を加えるとき、それぞれの矩形画像単位に1秒間の25コマの矩形画像単位レイヤーSCa, SCb, SCc, SCdを一定間隔を置いて重ね合わせる。被写体48a, 49aは矩形画像単位レイヤーSCa上にあり、同様に48b, 49bは矩形画像単位レイヤーSCb上に、48c, 49cは矩形画像単位レイヤーSCc上、48d, 49dは矩形画像単位レイヤーSCd上にある。変化のない被写体49を時系列で重ね合わせたレイヤーで輪郭線を見ると平行であり、変化のある被写体48は立体角や位置が変わりジグザグな配置になる。

40

## 【実施例8】

## 【0037】

矩形画像単位をモニターに表示する実施例について図26で説明する。マルチヴィジョンなど複数の映写機やスクリーンの大がかりな設備は不要で、通常の矩形平面のスクリーンにシームレスに再現できる。小規模なものにはディスプレイ用モニターがある。縦横比1:1.73のビューアーSC40と、点線で示された新しい規格のモニター画面SC44

50

、縦横比 1 : 1 . 7 8 ( = 9 : 1 6 ) とは適合する。また図 1 4 においては、縦横比 1 : 2 . 3 1 ( = 3 : 4 ) のビューアー LC 1 2 と点線で示されているハイビジョン画面 LC 1 1、縦横比 1 : 2 とは適合することがわかる。このように 7 2 0 度の全方位画像を 1 枚のスクリーンに投影する場合には通常のプロジェクタ 1 台で十分である。とくに大型の矩形または円環の一部の全視野全方位スクリーンによって多数の観察者または観客の限られた視野内に 7 2 0 度 s r 画像を適度な立体角に設定できる。

【実施例 9】

【0038】

他の実施例を図面に基づいて説明する。本発明は全方位全視野を球面画像に統合した後、複数の球系多面体に複数回に分けて写像し、最終的に正四面体に写像する方法（以降多階層投影方法）を含む。図 2 4 は、球系多面体として中心 O 7 を共有する正二十面体と正十二面体との間で写像する実施例を示す。正二十面体の正三角形五つにまたがった太線で囲まれた画像領域 3 0 を、正二十面体の面の中心に頂点が接するように配置された正十二面体の斜線部五角形 3 1 に写像する。これを正十二面体の残りのすべての面に対しても写像し、正十二面体画像として統合する。

10

【0039】

次に図 2 5 は正十二面体から立方体に写像する方法を示している。正十二面体の二つの正五角形にまたがる画像領域 3 3 に内接し、8 つの頂点と光心 O 6 を共有する立方体の斜線部正方形 3 4 に写像する。これを立方体の残りのすべての面で行い立方体画像として統合する。つぎに立方体から正四面体に写像を行う場合、立方体の 8 つの頂点が対になった正四面体の頂点を共有していることを利用して、2 つの異なる正四面体画像を得ることができる（図示しない）。こうして取り込まれた 7 2 0 度の全方位画像を多階層投影方法により正四面体にまで還元し、最終的に解像度の高い画像を得ることができる。

20

【実施例 10】

【0040】

立方体による多階層投影方法を用いた他の実施例である全方位画像撮像方法（アウトサイドビデオカメラ）を説明する図 2 7 では、7 2 0 度 s r を 1 2 0 度 s r ( 2 / 3 ) ステラジアン立体角領域に分ける球状立方体 S 5 とその稜線 3 5 が示されている。この内部に光心が立方体の中心 O 5 にくるようカメラ 6 0 一台を設置する。画角は、立方体の中心から斜線部で示す正方形 P G 1 をイメージサークル C 4 に収まるよう 1 0 9 . 4 6 度以上に設定されている。この設定に基づき各面の中心に光軸 A X 1 を向けて全方向全視野を 6 回撮像し立方体画像として統合するように画像処理を行う。このような撮像方法では必ずしも超広角レンズを必要としないので、汎用的なカメラで全方位全視野の画像合成ができる。

30

【実施例 11】

【0041】

この全方位画像撮像装置を自然な目の高さで撮像したり、長時間露光のために固定したい場合、全方位立方体カメラ P 3（レンズなどは図示しない）を支持する部材が写らないよう配慮しなくてはならない。このとき撮像の基本となる多面体の幾何学的対称性を利用してもよい。図 2 8 においてカメラの光軸設定装置の実施例を説明する。立方体カメラ P 3 の稜線 E 8 が三脚 7 0 において面材上部 7 1 に乗るよう設置することで手間のかかる光軸配置作業を省くことができる。三脚 7 0 の構造部材 7 2 はそれぞれ立方体カメラ P 3 のフレームの中心 O 5 から立方体カメラ P 3 の各辺を結ぶ斜線部で示した三角形 F 1, F 2, F 3 の延長面上に設定されるため、立体角が最小になり、三脚はほとんど写り込まない。この面上にアンテナや太陽電池パネルを設置してもよい。三脚補強用テンション材 4 は、最終的な正四面体の展開図に基づいた 7 2 0 ° 全方位矩形画像において写り込みがほとんど目立たないように正四面体画像に変換する際の正四面体の稜線上にくるように配置する。このような三脚のデザインによって従来の 3 6 0 ° カメラのようにカメラ自体が位置する領域が画像として欠落することはない。

40

【産業上の利用可能性】

50

## 【 0 0 4 2 】

本発明によって、360度のパノラマ画像では達成できなかった全方位全視野を意味する720度srの画像を再現できる。また、全視野かつ全方向の画像処理および画像表示に関し、人間の視野角で一度に容易にモニタリング可能な矩形画像に変換できるので、球状世界での全方位に関する出来事や生命圏、対流圏、成層圏などにおける地理学、気象学、物理学的情報が分断されることのない最適な矩形形式で提供できる。高価な超広角レンズを使用しないので、全視野および全方位をリモートでモニタリングするビデオシステムなどに最適である。また、超高速移動体のナビゲーションシステムにも適用できる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 4 3 】

【 図 1 】 立体角の概念図。

【 図 2 】 全周魚眼レンズと二種類のダイマクシオン・マップのノイズ比を斜線で示した説明図。

【 図 3 】 惑星地球の全表面を惑星地球の外から内向きに撮像する際の概略図。

【 図 4 】 全方向をシームレスな球面画像に統合する球状正四面体の説明図。

【 図 5 】 正四面体に写像された全方向の惑星地球画像（海岸線のみ）。

【 図 6 】  $L1 : L2 = 1 : 3$  の矩形世界地図。

【 図 7 】 図 6 で得られた矩形画像単位を、2回回転対称操作でシームレスに充填して得られる平面充填画像。

【 図 8 】 4個分の矩形画像単位に相当する平面充填画像。

【 図 9 】 三方向グリッドを移動するビューアーと異なった平面充填画像単位との関係を示す平面充填画像。

【 図 10 】 図 9 の平面充填画像から大陸と海が分断されない状態で表示される縦横比  $L3 : L4 = 3 : 4$  の世界地図四例を示す。

【 図 11 】 図 9 の平面充填画像から大陸と海が分断されない状態で表示される縦横比  $L3 : L4 = 3 : 4$  の図 10 とは異なる世界地図四例を示す。

【 図 12 】 本発明による画像処理された一回り大きい世界の一月における海流図。

【 図 13 】 ダイマクシオン・マップによる世界の一月における海流図

【 図 14 】 縦横比  $1 : 2.31 (= 3 : 4)$  のビューアー LC12 と縦横比  $1 : 2$  のハイビジョン画面 LC11 との適合性を示す図。

【 図 15 】 図 2 4 の撮像方法により得られる全方位全視野領域を表示した矩形画像単位の平面充填画像。

【 図 16 】 本発明に基づいた撮像機を図 1 5 と同じ撮像場所に固定して全方位画像を録画し、録画された画像を時系列を含んで表示した平面充填画像。

【 図 17 】 移動型ビューアー V12 の拡大図とその時間領域を示す分布図。

【 図 18 】 ランダムあるいはシャッフルで矩形画像単位を平面充填させる場合の配置例。

【 図 19 】 監視カメラから送られてくる動画画像を平面充填した画像。

【 図 20 】 正常な状態に撮られた画像の平面充填画像を反転したネガ画像。

【 図 21 】 図 1 9 と図 2 0 を重ね合わせて変化のある部分だけを表示する検索性平面充填画像。

【 図 2 2 】 時間的変化を多層化レイヤーで検索する方法についての説明図。

【 図 2 3 】 対になった正四面体の配置をもとに光軸配置された2つの全方位画像を得る撮像方法の一例。

【 図 2 4 】 正二十面体から正十二面体に多階層投影を行う際の、正二十面体と正十二面体の位置関係を示す図。

【 図 2 5 】 正十二面体から立方体に多階層投影を行う際の、正十二面体と立方体の位置関係を示す図。

【 図 2 6 】 立方体画像に接合された画像から変換された矩形画像単位、縦横比  $1 : 1.73$  とモニター画面の縦横比  $1 : 1.78$  との適合性を表す図。

【 図 2 7 】 立方体の幾何学的対称性を基にした光軸配置による全方位撮像方法の概略図。

10

20

30

40

50

【図 2 8】図 2 7 に基づく光軸の設定機能を含んだ全方位立方体カメラとその固定機を示す説明図。

【符号の説明】

【 0 0 4 4 】

- 1 画角
- 2 画角
- 3 画角
- 0 1 球の中心
- 0 2 球の中心
- 0 3 球の中心
- 0 5 球の中心
- 0 8 光心
- 0 1 2 球の中心
- 1 対象物の単位球面 S 1 上での表面積
- 2 対象物
- 5 1 ステラジアンに相当する正三角形
- 6 1 ステラジアンに相当する球状正三角形
- 7 正三角形の中心
- 8 光軸
- 1 7 正四面体の稜線の中点
- 1 8 正四面体の頂点
- 1 9 正四面体の頂点
- 2 0 正四面体の頂点
- 2 1 正四面体の頂点
- 2 5 正四面体の頂点
- 2 6 光軸
- 2 7 海流を表す連続した矢印
- 3 0 画像領域
- 3 1 正五角形領域
- 3 3 画像領域
- 3 4 正方形領域
- 3 5 稜線
- 4 8 変化する被写体
- 4 8 a 変化する被写体
- 4 8 b 変化する被写体
- 4 8 c 変化する被写体
- 4 8 d 変化する被写体
- 4 9 変化しない被写体
- 4 9 a 変化しない被写体
- 4 9 b 変化しない被写体
- 4 9 c 変化しない被写体
- 4 9 d 変化しない被写体
- 6 0 カメラ
- 6 2 矩形画像単位のコーナー
- 6 3 矩形画像単位のコーナー
- 6 7 全周魚眼レンズのノイズ比表示
- 6 8 : 南極を中心に再配列したダイマクシオン・マップのノイズ比表示
- 6 9 : ダイマクシオン・マップのノイズ比表示
- A カメラ
- A 1 から D 1 2 1 ステラジアン分の画像

10

20

30

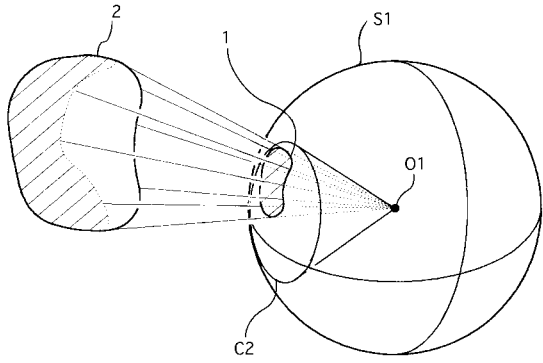
40

50

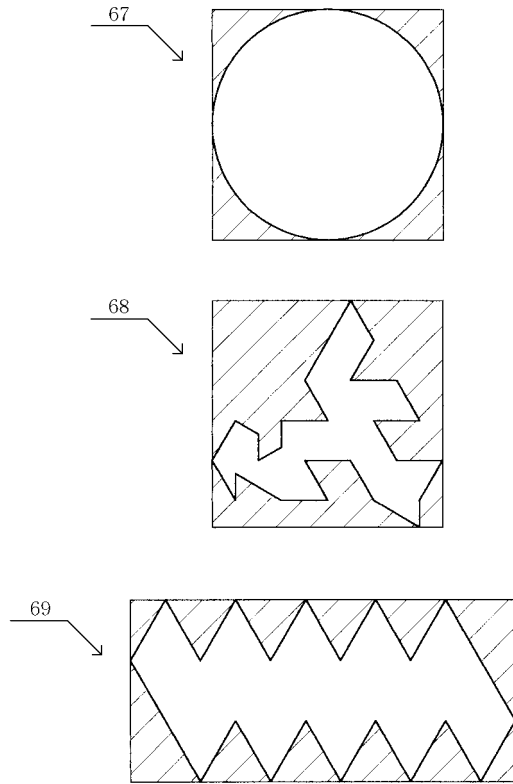
A X 1	光軸	
B C 1	平面充填画像	
B C 2	平面充填画像またはビューアー	
B C 3	縮小平面充填画像	
B C 4	平面充填配置画像	
B C 5	時系列的な平面充填画像	
B C 6	平面充填画像	
B C 7	時系列的な平面充填画像	
B C 8	ネガ画像の平面充填画像	
B C 9	変化する被写体のみを表示する平面充填画像	10
C 1	円形視野	
C 2	円形視野	
C 3	円形視野	
C 4	円形視野	
E 1	光軸	
E 2	光軸	
E 3	光軸	
E 7	三方向グリッド	
E 1 5	矩形画像単位の外形線	
F 1	三角形	20
F 2	三角形	
F 3	三角形	
L 1	矩形画像単位の辺の長さ	
L 2	矩形画像単位の辺の長さ	
L 3	矩形画像単位の辺の長さ	
L 4	矩形画像単位の辺の長さ	
L C 1	中近東を中心に配置した世界地図	
L C 2	太平洋を中心に配置した世界地図	
L C 3	南極・南極大陸を中心に配置した世界地図	
L C 4	アジア、特にインドを中心に配置した世界地図	30
L C 5	スペイン・ポルトガルを中心に配置した世界地図	
L C 6	中米パナマを中心に配置した世界地図	
L C 7	オセアニア・特にニュージーランドを中心に配置した世界地図	
L C 8	アジア、特に日本を中心にした世界地図	
L C 1 2	世界の一月の海流図	
L C 1 1	縦横比 1 : 2 ハイビジョン画面の縦横比	
M 1 0	全方位矩形画像単位の辺の中点	
M 1 1	全方位矩形画像単位の辺の中点	
M 1 2	全方位矩形画像単位の辺の中点	
M 1 3	全方位矩形画像単位の辺の中点	40
P 1	正四面体	
P 2	正四面体	
P 3	全方位立方体カメラ	
P 4	正四面体	
P 7	被写体である球に外接する正四面体	
P 9	立方体	
P 1 3	立方体	
P G 1	正方形領域	
P G 4	世界の一月における海流を示した一回り大きいビューアー	
P G 5	大きめのビューアー	50

P G 6	被写体	
P G 7	被写体	
R 1	球状正四面体の全方位画像	
R 2	正四面体の全方位画像	
S 1	単位球面	
S 2	単位球面	
S 3	単位球面	
S 4	惑星地球	
S 5	球状立方体	
S C a	矩形画像単位のレイヤー	10
S C b	矩形画像単位のレイヤー	
S C c	矩形画像単位のレイヤー	
S C d	矩形画像単位のレイヤー	
S C 8	矩形画像単位	
S C 1	縦横比 1 : 3 の全方位矩形画像単位	
S C 2	全方位矩形画像単位	
S C 2 0	全方位矩形画像単位	
S C 4 0	縦横比 1 : 1 . 7 3 のビューアー	
S C 4 1	二次的矩形画像単位	
S C 4 2	二次的矩形画像単位	20
S C 4 3	二次的矩形画像単位	
S C 4 4	縦横比 1 : 1 . 7 8 のモニター	
T 1	時間領域	
T 2	時間領域	
T 3	時間領域	
T 4	時間領域	
T 5	時間領域	
V 3	矩形画像単位のビューアー	
V 4	矩形画像単位のビューアー	
V 5	矩形画像単位のビューアー	30
V 1 1	移動型ビューアー	
V 1 2	移動型ビューアー	
X	縦横比 1 : 2 . 3 1 ( = 3 : 4 ) 矩形画像単位の移動方向	
Y	縦横比 1 : 2 . 3 1 ( = 3 : 4 ) 矩形画像単位の移動方向	
Z	縦横比 1 : 2 . 3 1 ( = 3 : 4 ) 矩形画像単位の移動方向	
x	回転軸	
y	回転軸	
z	回転軸	
x 2	光軸	

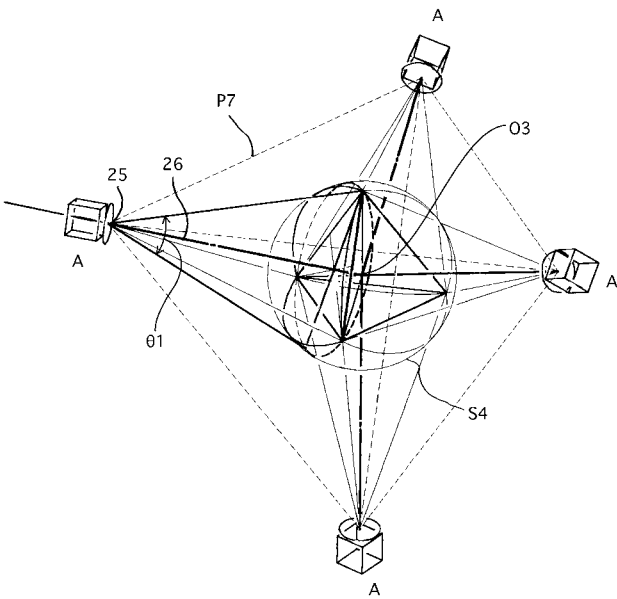
【図 1】



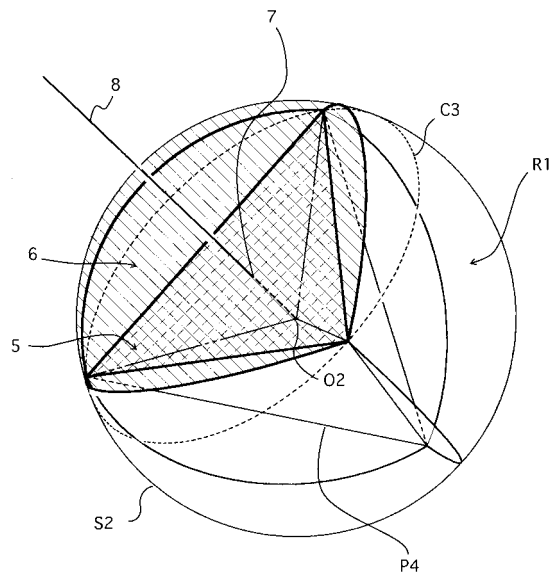
【図 2】



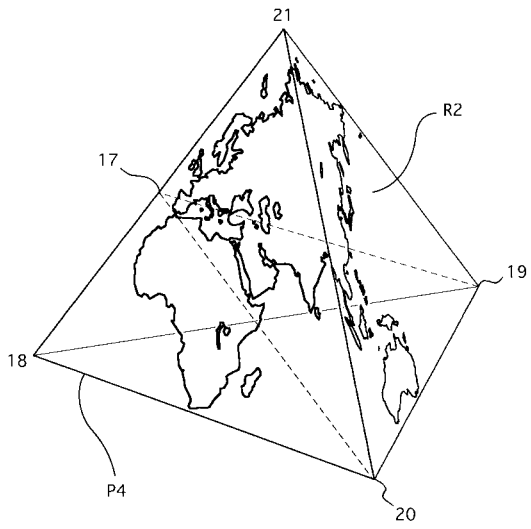
【図 3】



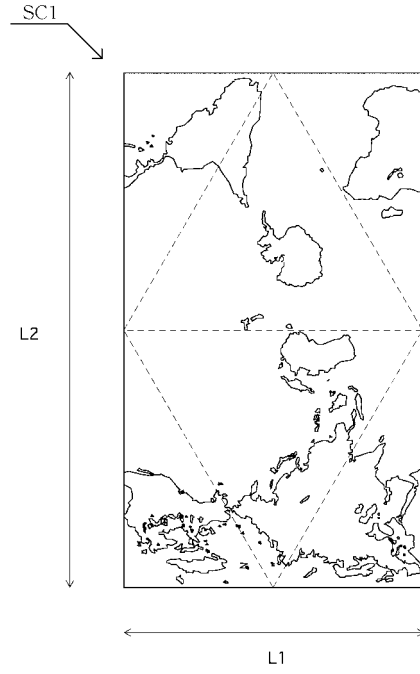
【図 4】



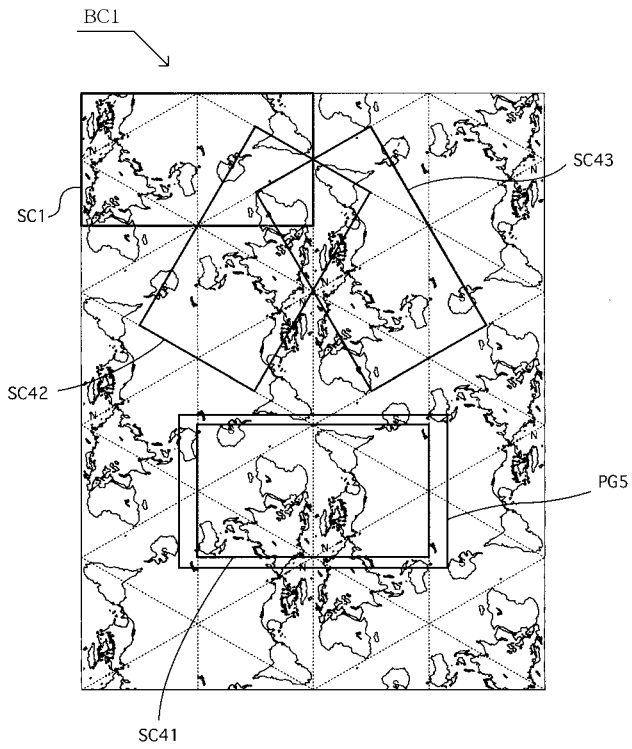
【 図 5 】



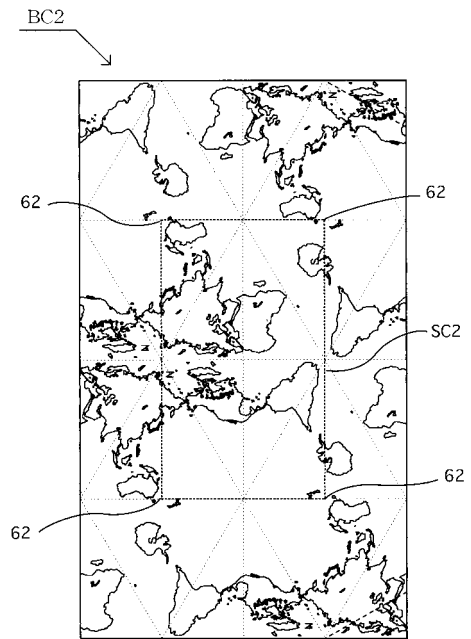
【 図 6 】



【 図 7 】

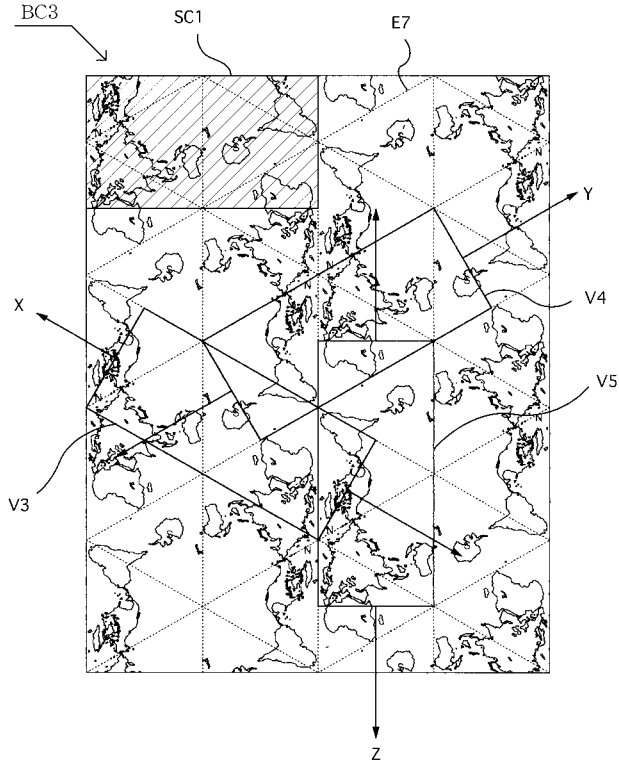


【 図 8 】

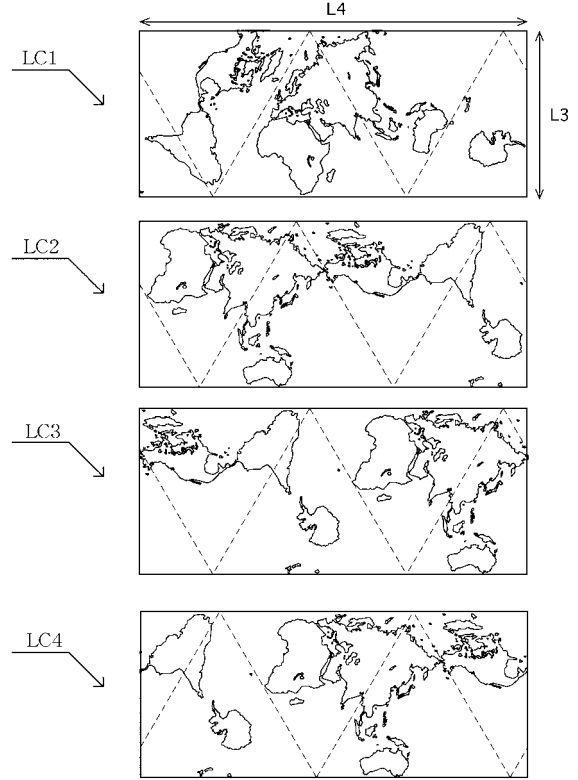




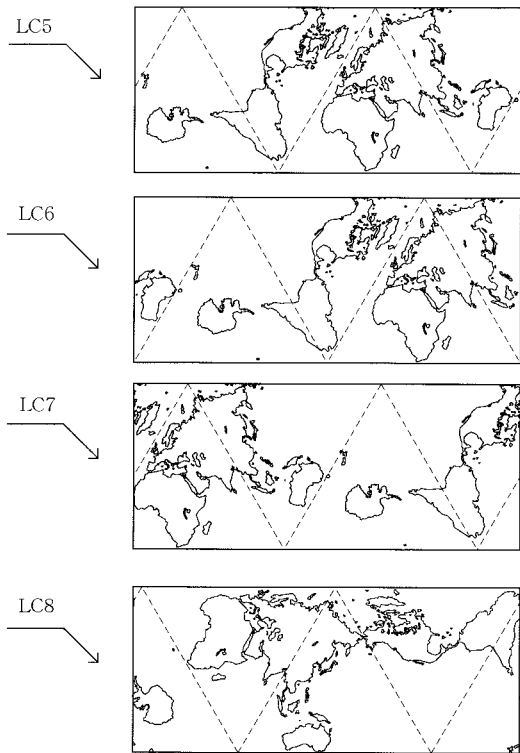
【 図 9 】



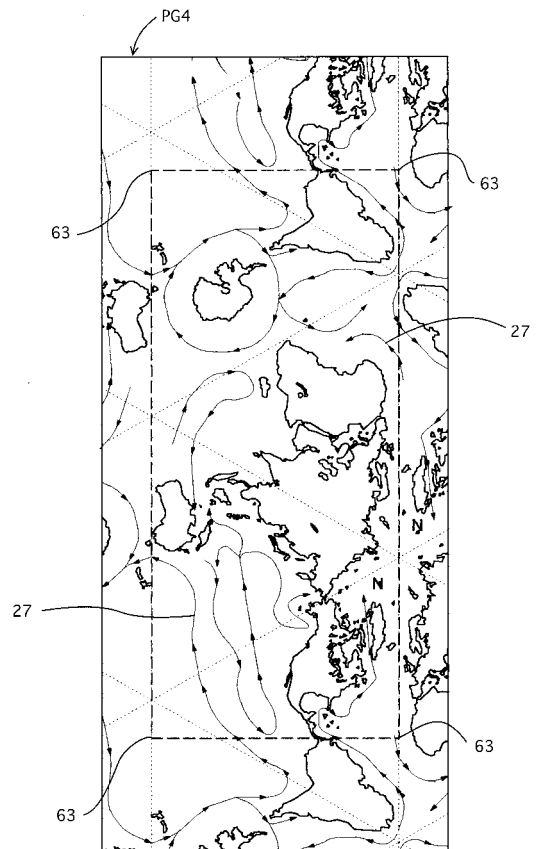
【 図 10 】



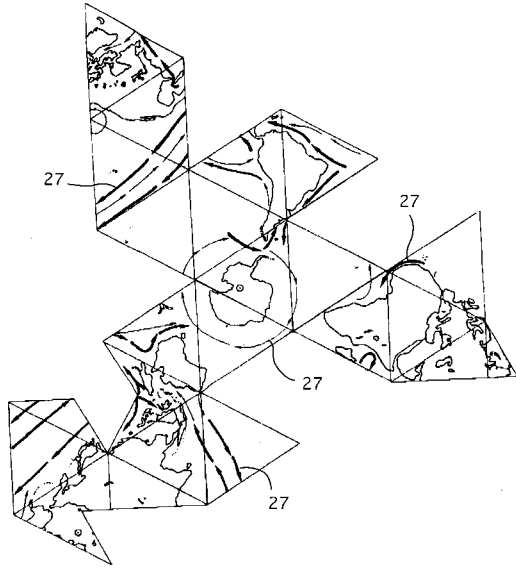
【 図 11 】



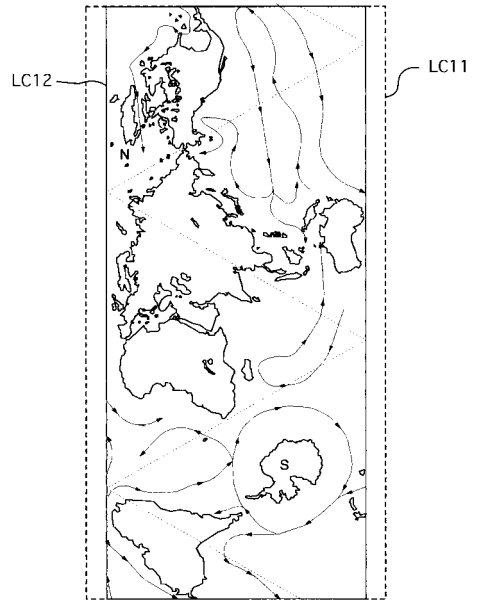
【 図 12 】



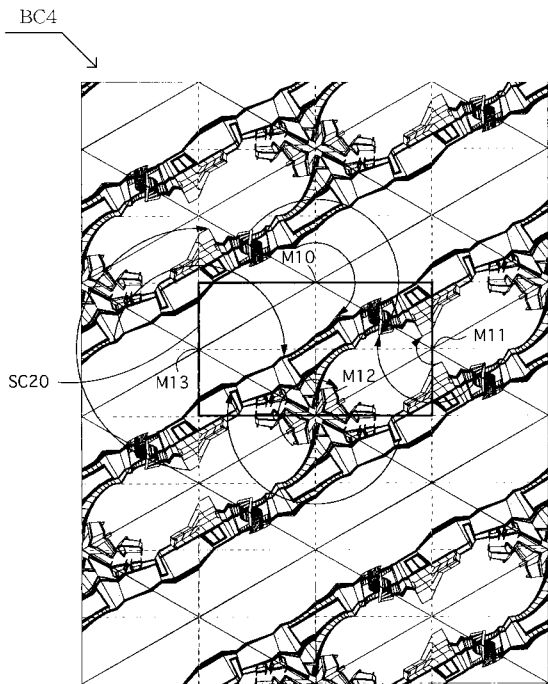
【 図 1 3 】



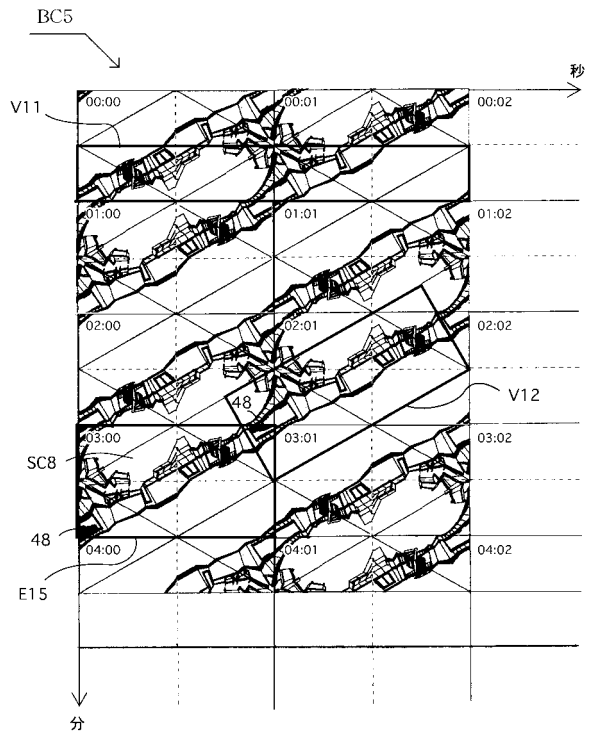
【 図 1 4 】



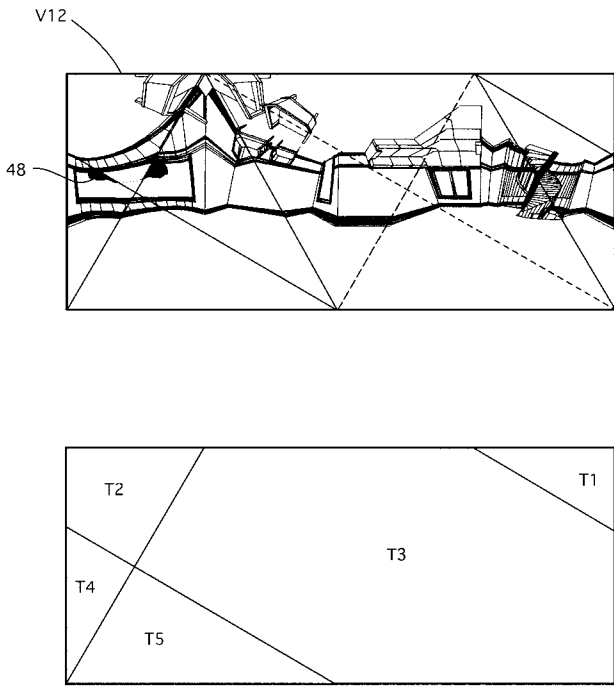
【 図 1 5 】



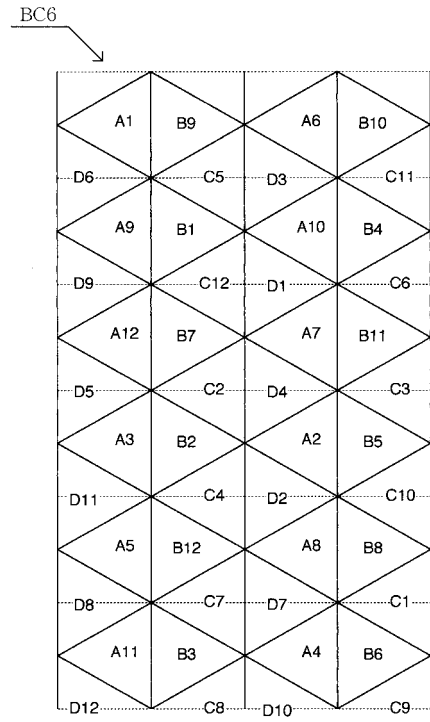
【 図 1 6 】



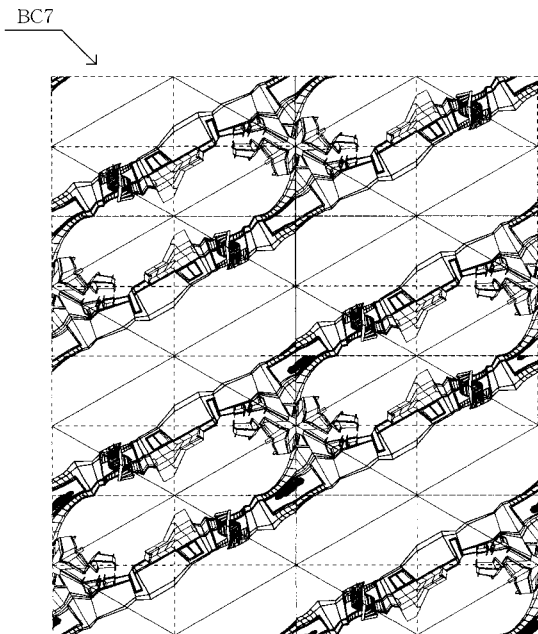
【 図 1 7 】



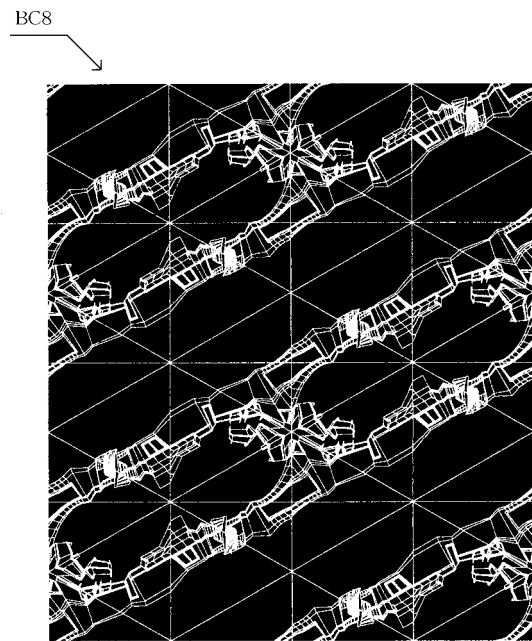
【 図 1 8 】



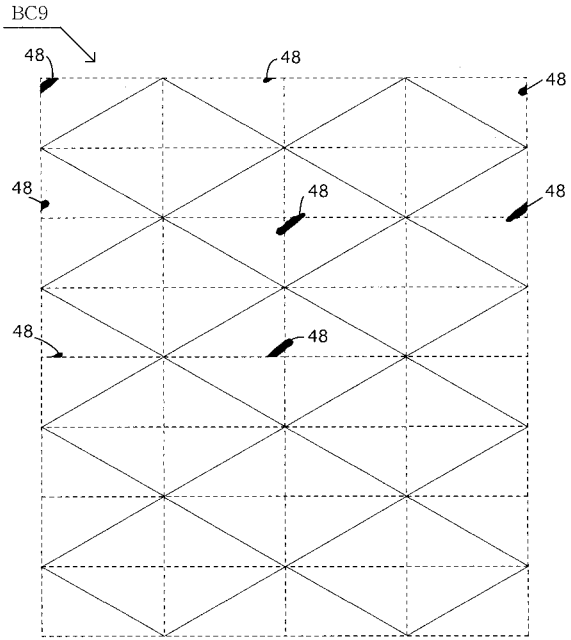
【 図 1 9 】



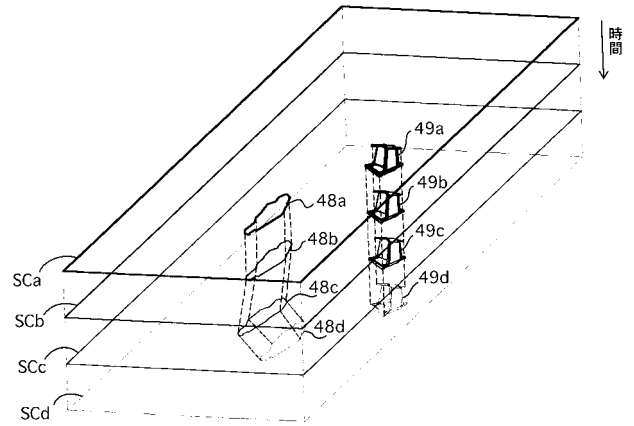
【 図 2 0 】



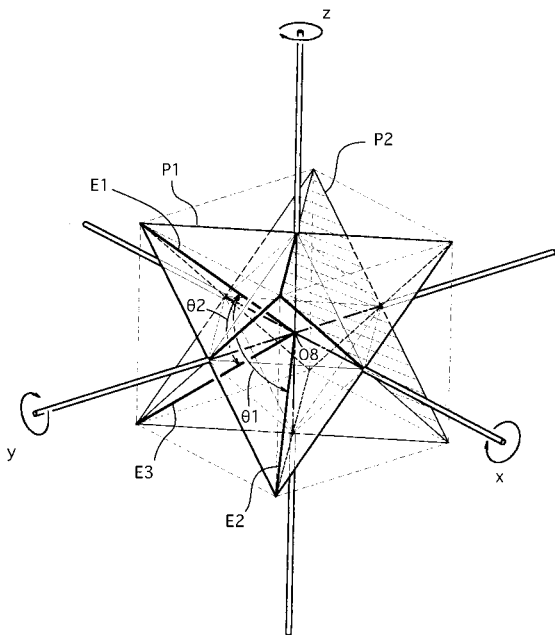
【 図 2 1 】



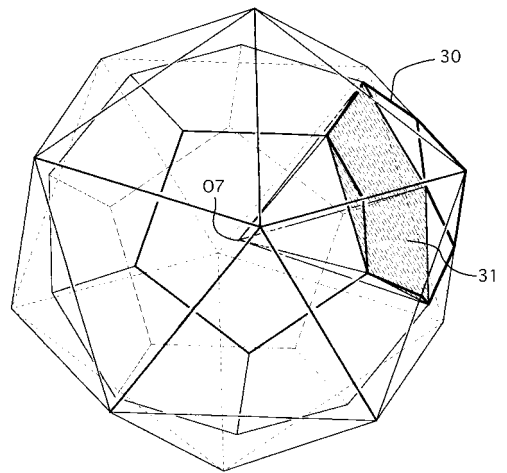
【 図 2 2 】



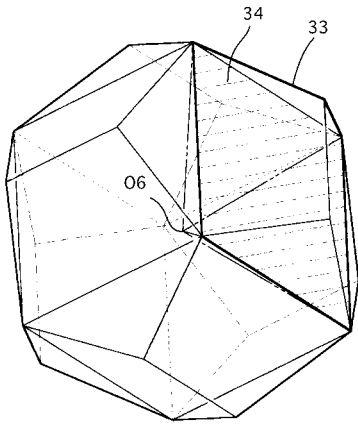
【 図 2 3 】



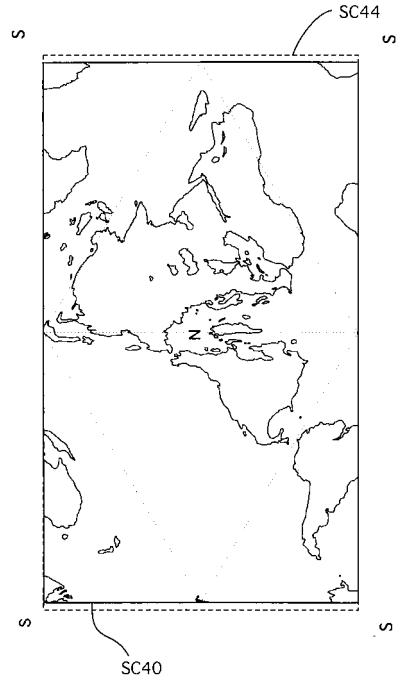
【 図 2 4 】



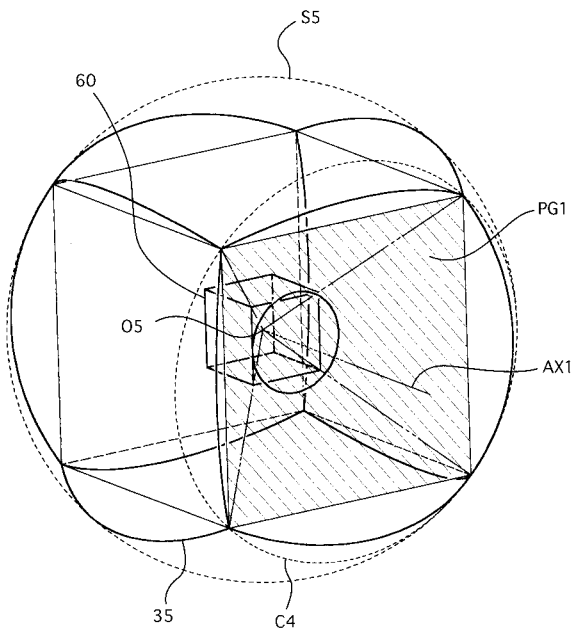
【 図 2 5 】



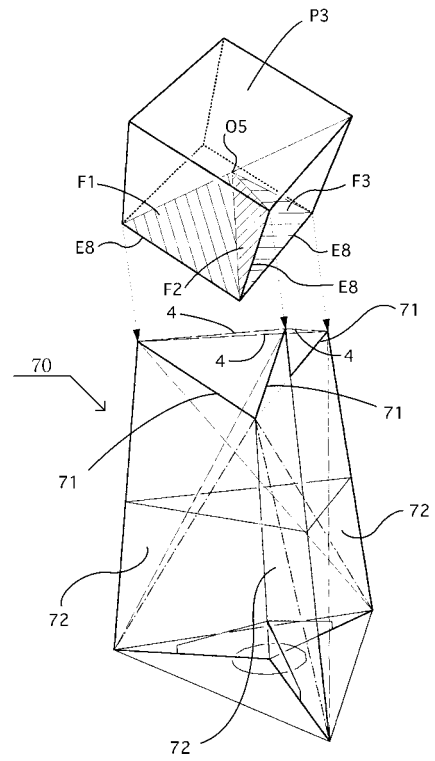
【 図 2 6 】



【 図 2 7 】



【 図 2 8 】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード(参考)
<b>H 0 4 N</b>	<b>7/18</b>	<b>(2006.01)</b>	H 0 4 N	7/18	U