

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年6月12日(12.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/087494 A1

- (51) 国際特許分類:
G01N 23/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/081445
- (22) 国際出願日: 2012年12月5日(05.12.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 荒牧 浩二 (ARAMAKI Koji); 〒1858601 東京
都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式
会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 高口

雅成 (KOGUCHI Masanari); 〒1858601 東京都国分
寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立
製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 松井 都
(MATSUI Miyako); 〒1858601 東京都国分寺市東
恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所
中央研究所内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 井上 学, 外 (INOUE Manabu et al.); 〒
1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, 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,

[続葉有]

(54) Title: CALCULATION SYSTEM AND CALCULATION METHOD

(54) 発明の名称: 計算システム及び計算方法

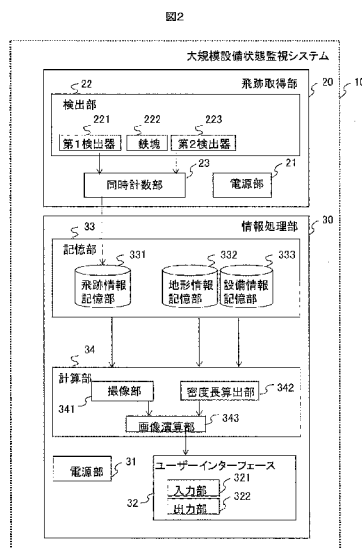


FIG. 2:
10 Large-scale equipment state-monitoring system
20 Track acquisition unit
21 Power supply unit
22 Detection unit
23 Coincidence unit
30 Information processing unit
31 Power supply unit
32 User interface
33 Storage unit
34 Computing unit
221 First detector
222 Iron block
223 Second detector
321 Input unit
322 Output unit
331 Track information storage unit
332 Topographic information storage unit
333 Equipment information storage unit
341 Imaging unit
342 Density length calculation unit
343 Image computation unit

(57) Abstract: Provided is a calculation system capable of calculating a grayscale image of only an object to be measured in large-scale equipment monitoring in which transmission photography by cosmic rays is used. In addition to a grayscale image based on the track of cosmic rays, a grayscale image having a density length based on the structural information of a structure that is not the object to be measured is constructed and used for correcting the grayscale image based on the track of cosmic rays.

(57) 要約: 宇宙線による透過撮影を利用した大規模設備監視において、測定対象のみの濃淡画像を算出できる計算システムを提供する。宇宙線の飛跡に基づく濃淡画像のほかに、測定対象でない構造物の構造情報に基づく密度長の濃淡画像を構築し、宇宙線の飛跡に基づく濃淡画像の補正に利用する。

WO 2014/087494 A1



IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 計算システム及び計算方法

技術分野

[0001] 本発明は、構造物の構造を計算する計算システム及び計算方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、発電プラント等の大型構造物の健全性を検査する目的で、その構造物を構成する配管や支持部材の破壊試験および非破壊試験が実施されている。このうち、非破壊試験は、破壊試験と比較して、検査をすることによる健全性の低下の可能性が低いという長所を有する。また、試験実施後の復元工程が不要であるという長所を備えており、様々な構造物に適用されている。例えば、工業規格に適合した金属配管の保守検査の一要素として、超音波パルスの反射を利用し、測定対象物体部位の厚さを測定することで配管内部の損耗の度合いを明らかにする手法が用いられる。ただしこの手法は、測定対象物体に超音波振動子を直接接触するため、配管の被覆材を測定前に除去し、測定後に復元する必要がある、実際の測定の前後に多大のコストを要するという欠点がある。

[0003] そこで、特許文献１に示されるように、放射線透過撮影を行うことで、配管の被服材を除去ならびに復元する工程を省略する手法も用いられている。この手法では、人工放射線源と検出器とを、測定対象物体を挟む位置にそれぞれ設置する。

[0004] また、特許文献２には、自然放射線の一種である高エネルギー二次宇宙線のミュオンを利用し、製鉄用高炉の炉壁や炉底を透過撮影することで、炉の耐火物の損耗の度合いを明らかにする手法が示されている。

[0005] さらに、特許文献３には、二次宇宙線ミュオンが測定対象を透過する際の性質を利用して、測定対象の材質の変化の度合いを明らかにする手法が示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4 8 1 4 9 1 8号

特許文献2：特開2 0 0 7－1 2 1 2 0 2号公報

特許文献3：特開2 0 1 1－1 2 3 0 4 8号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に示される手法では、前記の被覆材除去復元工程を省略できるものの、人工放射線の透過能力が弱いため、測定対象物体の近傍に放射線源を配置する必要がある。大規模なプラントにおいては、全ての測定対象物体近傍に人工線源を常設することは非現実的であり、測定の都度、個々の測定対象物体に線源と検出器の設置と撤去を行う必要があり、実際の測定の前後に多大のコストを要するという欠点がある。

[0008] 特許文献2および特許文献3に示される手法では、極めて透過性・直進性の高い粒子を用いてその飛行経路が貫く物体の密度長をコントラスト像として提供おり、特許文献1のように必ずしも測定対象物体近傍に検出器を配置する必要は無い。しかし多くの場合、撮影された透過画像は、測定対象物体のみならず、粒子の飛行経路が貫く他の物体をも合わせた密度長がコントラスト像に反映されてしまう欠点がある。

[0009] 以上のような従来技術の欠点（測定対象物体の被覆材を除去・復元する、人工放射線源を設置・撤去する）を考慮し、本発明は、大規模構造物またはその一部の健全性の検査を目的とする非破壊試験において、所望の測定対象物体のみの実際の密度長を反映するコントラスト像を得る装置または方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的を達成するため、本願で開示する発明の概要を説明すれば以下の通りである。

[0011] 本願発明に記載の計算システムは、測定対象の構造物と他の構造物とを透過する宇宙線により任意の区間の構造情報を撮像する撮像部と、前記他の構造物の構造情報を有する構造情報取得部と、前記他の構造物の構造情報を測定対象として含めるか判断し、非対象として判断した構造の密度長を算出する密度長算出部と、前記撮像部により撮像された画像と前記非対象として判断した構造の密度長とに基づき測定対象の構造物の構造情報を計算する画像演算部と、を有する。

[0012] また、本願発明に記載の計算システムは、測定対象と他の構造物とを透過する宇宙線の飛跡を取得する飛跡取得部と、前記宇宙線の飛跡に基づいて撮像する撮像部と、前記宇宙線の飛跡の情報を保持する第1の記憶部と、前記測定対象ならびに前記他の構造物の構造情報を有する第2の記憶部と、前記他の構造物の構造情報に基づいて第1の密度長の濃淡像を算出し、かつ前記測定対象の構造情報ならびに前記他の構造物の構造情報に基づいて第2の密度長の濃淡像を算出する密度長算出部と、を有する。

[0013] また、本願発明に記載の計算方法は、測定対象の構造物と他の構造物とを透過する宇宙線により任意の区間の構造情報を撮像する撮像する第1のステップと、前記他の構造物の構造情報を取得する第2のステップと、前記他の構造物の構造情報を測定対象として含めるか判断する第3のステップと、前記第3のステップにて非対象として判断した構造の密度長を算出する第4のステップと、前記第1のステップにより撮像された画像と前記第4のステップにて算出した密度長とに基づき測定対象の構造物の構造情報を計算する第5のステップと、を有する。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、所望の測定対象物体に対する好適な非破壊検査が可能となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明においてミュオンの飛行経路上に存在する様々な物体を例示する概念図である。

[図2]本発明の一実施形態の大規模設備状態監視システムの構成を示す図である。

[図3]本発明の一実施形態のユーザーインターフェース画面の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 図1は、発明に先立ち、本願の発明者が検討した図面である。ミュオンの飛行経路である矢印M1の経路には、様々な非測定対象物体が存在する状況を模式的に例示している。例えば、大規模設備90を構成する配管等の測定対象物体91をミュオン検出器99により透過撮影することを目的とする場合に、測定対象物体91を囲む建屋92の壁や、測定対象物体91以外の配管93、建屋92の外部の山94、他の建築物95も、飛行経路M1が貫いていることがわかる。

[0017] 言い換えると、二次宇宙線ミュオンは地球大気上層という遠方で生成され、検出器に入射するまでにミュオンが飛行する距離は10kmを上回ることも珍しくない。よって、その飛行経路には、測定対象物体を囲む建屋ならびにその外部の建築物を構成する壁や柱など、もしくは、山や丘などの地形を構成する土砂などの、様々な材質と形状の非測定対象物体が存在することが考えられる。

[0018] しかし、現実にはこれらの非測定対象物体が測定時においてどのような変化をするか、一つ一つを把握することは難しい。従って、求めたコントラスト像は、本来測定すべき物体に起因する情報以外にも、非測定対象物体の情報を含んでしまうことになる。

[0019] そこで、以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

[0020] 図2は、本発明の一実施形態の大規模設備状態監視システムの構成を示す図である。

[0021] 本実施形態の大規模設備状態監視システム10は、飛跡取得部20と、情報処理部30を構成要素として含む。

[0022] まず、飛跡取得部20を以下に説明する。

- [0023] 飛跡取得部 20 は、電源部 21 と、検出部 22 と、同時計数部 23 を構成要素として含む。
- [0024] 電源部 21 は、検出部 22 と同時計数部 23 に、必要な電力を供給する電源部である。
- [0025] 検出部 22 は、第 1 検出器 221、鉄塊 222 と、第 2 検出器 223 を構成要素として含む。
- [0026] 第 1 検出器 221 ならびに第 2 検出器 223 はいずれも位置敏感型検出器である。ここでいう位置敏感型検出器とは、荷電粒子が通過した際に、その検出器における通過点の座標値が検出可能なものである。例えば、複数の検出素子(シンチレータ)をマトリクスになるように平面状に配置し、特定の検出素子において検出が行われたことを時間と共に検出する検出器が挙げられる。
- [0027] また、第 1 検出器 221 ならびに第 2 検出器 223 は各々を荷電粒子が通過した際に、一定の極めて短い遅延時間の後にその通過点の座標値を同時計数部 23 に送信する。第 1 検出器 221 ならびに第 2 検出器 223 の配置関係は、上述した平面状の検出器が互いに平行に配置される関係であるのが好適である。第 1 の検出器の平面に対して第 2 の検出器の平面が傾斜関係にあると、測定対象物及び第 1 検出器 221 を透過した荷電粒子を効率よく捉えることができなくなり、それを防止するために第 1 検出器 221 よりも大きな平面を必要とすることも考えられる。従って、それぞれの平面が傾斜関係から平行関係になるほど荷電粒子の検出効率を上げることが出来る。
- [0028] また、検出部 22 には、様々な方位角・天頂角の方向から、不規則なタイミングで荷電粒子が入射する。これら荷電粒子は高エネルギーのミュオンのみならず電子等の軟成分も含まれる。軟成分はミュオンよりも物体中における直進性が極めて劣っており、測定対象物体の正確な密度長に基づくコントラスト像を得るためには、直進性の高いミュオンのみを選択的に検出する必要がある。
- [0029] よって、ミュオンのみを選択的に検出する方法を以下に述べる。まず、第

1 検出器 2 2 1 を通過し鉄塊 2 2 2 に入射した荷電粒子がミュオンである場合は、第 2 検出器 2 2 3 は単一の座標値を同時計数部 2 3 に送信することができる。これは、そのミュオンがそのまま鉄塊 2 2 2 を通過し、第 2 検出器 2 2 3 に入射するためである。

[0030] それに対し、第 1 検出器 2 2 1 を通過し鉄塊 2 2 2 に入射した荷電粒子が軟成分である場合は、第 2 検出器 2 2 3 がほぼ同時に複数の座標値を同時計数部 2 3 に送信することになる。これは、その粒子は鉄塊 2 2 2 を通過する過程で多数の粒子を発生させ、それらの粒子の進行方向は様々であるためである。

[0031] 以上のように、第 2 検出器 2 2 3 が単一の座標値を検出する場合のみを選択的に採用することにより、ミュオンのみを選択的に検出し軟成分の影響を排除できる。

[0032] 同時計数部 2 3 は、第 1 検出器 2 2 1 ならびに第 2 検出器 2 2 3 から送信されたそれぞれの時刻を比較し、その差がある一定の範囲内に収まる場合にのみ、同一のミュオンが通過したものと判定する。そして、判定されたこれら 2 組の座標値を、情報処理部 3 0 に送信する。後述するように、同時と判定されたこれら 2 組の座標値から、ミュオンの軌跡を求めることができる。

[0033] 次に、情報処理部 3 0 を以下に説明する。

[0034] 情報処理部 3 0 は、電源部 3 1 と、ユーザーインターフェース 3 2 と、記憶部 3 3 と、計算部 3 4 を構成要素として含む。

[0035] 電源部 3 1 は、ユーザーインターフェース 3 2 と、記憶部 3 3 と、計算部 3 4 に、必要な電力を供給する電源部である。

[0036] ユーザーインターフェース 3 2 は、キーボードやマウス等の入力部 3 2 1 と、ディスプレイ装置やプリンター等の出力部 3 2 2 を構成要素として含む。ユーザーインターフェース 3 2 を介し、以下の操作を操作者は行うことができる。例えば、計算部 3 4 が提示する選択肢の中から所望の 1 個以上の項目を選択する操作、計算部 3 4 が図示する幾何形状の一部範囲を選択する操作、計算部 3 4 が提示する有限の範囲の数値の中から特定の数値を選択する

操作、計算部 3 4 が提示する変数に代入すべき値を入力する操作、などが挙げられる。

[0037] 記憶部 3 3 は、飛跡情報記憶部 3 3 1 と、地形情報記憶部 3 3 2 と、設備情報記憶部 3 3 3 を構成要素として含む。

[0038] 飛跡情報記憶部 3 3 1 は、ミュオン通過の度に同時計数部 2 3 から送信される 2 組のミュオン通過座標データに、時刻情報を組み合わせて飛跡（軌跡）情報とした上で、それを新たに記憶する。

[0039] 地形情報記憶部 3 3 2 は、測定対象物体を構成要素とする大規模設備 9 0 周辺の地形を示す幾何学的データと、その地形を構成する地形物の材質または密度を示すデータを保持する。ここで地形物とは、天然に形成された山や丘陵等のみならず、人工的に形成されたダム、隧道、橋梁、ビル等の構造物といった構成要素を含む。

[0040] 設備情報記憶部 3 3 3 は、大規模設備 9 0 を構成する壁、柱、梁等の静的な建築部材のほか、扉や起重機（例えば設置型クレーン）等の、一定の範囲内で位置や形状が変化する物体や、タンク等の、一定の範囲内で変化する分量の流動性物体を蓄える物体の、幾何学的形状データと、材質または密度を示すデータを保持する。また、設備情報記憶部 3 3 2 は、前記の一定の範囲内で変化する各種の量の値ならびにその量の変化範囲を示すデータと、前記の流動性物体の材質または密度を示すデータを保持する。

[0041] 計算部 3 4 は、撮像部 3 4 1 と、密度長算出部 3 4 2 と、画像演算部 3 4 3 を構成要素として含む。

[0042] 撮像部 3 4 1 は、飛跡情報記憶部 3 3 1 に保持された多数の飛跡情報のうち、操作者がユーザーインターフェース 3 2 を介して指定する期間に該当する時刻情報を持つ飛跡情報を選び出し、それらのミュオン通過座標値データを基に測定対象物のコントラスト像を構築する。以後、このコントラスト像を実測像と表記する。撮像部 3 4 1 は実像データを画像演算部 3 4 3 に送信する。

[0043] 密度長算出部 3 4 2 は、地形情報記憶部 3 3 2 ならびに設備情報記憶部 3

33に保持された各種データを基に、後述の方法により仮想的なコントラスト像を構築する。以後、このコントラスト像を仮想像と表記する。

[0044] 画像演算部343は、撮像部341から送信される実測像と、密度長算出部342から送信される仮想像に対し、操作者がユーザーインターフェース32を介して指定する演算を行い、その結果をユーザーインターフェース32に送信する。この演算には、送信された像をそのまま演算結果として扱うものも含まれる。

[0045] 図3は、ユーザーインターフェース32の画面の例を示す図である。画面500は、マウスポインタ501、画像表示部502、物体一覧表示部503、表示モード選択部504、仮想像モード選択部505、実測像時間指定部506、可変状態量指定部507を備え、キーボードやマウス等の入力部321と連携して操作者による各種操作を実現する。

[0046] 表示モード選択部504には表示モードとして4つの選択肢「対象選択」、「実測像表示」、「仮想像表示」、「比較表示」が示され、そのうち1つを操作者は選択できる。

[0047] 選択されている表示モードが「対象選択」の場合、画像表示部502には、大規模設備90の図面が表示される。この図面は、平面図、立体図等、設備の状況が判別できる図面であればよく、また、例えば3方向から見た平面図と立体図の計4種類の図面が並べて表示されるように、複数にの図面を組み合わせてもよい。さらに、立体図については、任意の平面により切り取られた断面図の形で表示されてもよい。

[0048] これらの図面データは、設備情報記憶部333に保持されている。大規模設備90を構成する個々の物体の属性情報として、測定対象フラグも、設備情報記憶部333に保持されている。この測定対象フラグは、二値の状態変数であり、その物体が測定対象であるか、非測定対象であることを示す。

[0049] 測定対象である物体は、図面上で特定の色に描画されたり、点滅表示されるなどの形で、ハイライト表示され、操作者は容易に認識できる。物体一覧表示部503には、大規模設備90を構成する個々の物体の識別名称が一覧

表の形で表示され、各物体が測定対象フラグに応じて、シンボルが付記されたり、識別名称が色分けされ、操作者は容易に測定対象か否かを認識できる。

[0050] そして、操作者がマウス操作により、図面に記載された配管などの物体を選択することで、その物体の測定対象フラグを変更できる。また、物体の識別名称をマウス操作することによっても、測定対象フラグを変更できる。この変更結果は、設備情報記憶部 3 3 3 に登録される。

[0051] 選択されている表示モードが「実測像表示」または「仮想像表示」の場合、画像表示部 5 0 2 には、それぞれ、画像演算部 3 4 3 から送信される実測像または仮想像が表示される。

[0052] 選択されている表示モードが「比較表示」の場合、画像表示部 5 0 2 には、画像演算部 3 4 3 から送信される比較画像が表示される。ここで比較画像とは、例えば、実測像を青色のコントラスト像とし、仮想像を赤色のコントラスト像とした上で、両者を重ね合わせたカラー画像であったり、実測像と仮想像の差分を表す画像である。これら実測像と仮想像の間の演算は、画像演算部 3 4 3 が行う。

[0053] 仮想像モード選択部 5 0 5 には、仮想像モードとして 3 つの選択肢「対象のみ」、「非対象のみ」、「全物体」が示され、そのうち 1 つを操作者は選択できる。

[0054] 選択されている仮想像モードが「対象のみ」の場合、密度長算出部 3 4 2 は、設備情報記憶部 3 3 3 に保持されている物体のうち、測定対象フラグの値が測定対象である物体のみを対象に、各画素に対応する仮想的な直線状のミュオン飛跡が個々の物体により切り取られる線分を算出する。そしてその物体の密度との積を、その物体の密度長とし、対象とされる全ての物体の密度長の和を、その画素の画素値とする。こうして全画素について密度長を求め、それを例えば正規化することで構築されたコントラスト像を仮想像とする。

[0055] ここで、仮想的な直線状のミュオン飛跡は、それと画素との対応関係が、

撮像部 3 4 1 が実測像を構築する際の実際に検出されたミュオン飛跡と画素との対応関係に一致するように、予め定める。なお、一定の範囲内で位置や形状が変化する物体や、一定の範囲内で変化する分量の流動性物体を蓄えうる物体については、設備情報記憶部 3 3 3 に保持されている変位などの値を参照し、適宜その形状を算出した上で、上記の仮想像構築の際に用いられる。

[0056] また、選択されている仮想像モードが「非対象のみ」の場合、密度長算出部 3 4 2 は、設備情報記憶部 3 3 3 に保持されている物体のうち、測定対象フラグの値が非測定対象である物体すべてと、地形情報記憶部 3 3 2 に保持されている物体すべてを対象に、仮想像を構築する。具体的な構築方法は、仮想像モードが「対象のみ」の場合と同じである。

[0057] 選択されている仮想像モードが「全物体」の場合、密度長算出部 3 4 2 は、設備情報記憶部 3 3 3 に保持されている物体すべてと、地形情報記憶部 3 3 2 に保持されている物体すべてを対象に、仮想像を構築する。具体的な構築方法は、仮想像モードが「対象のみ」の場合と同じである。

[0058] 仮想像モードを「非対象のみ」とし、表示モードを「比較表示」とすることで、非測定対象物体の影響が排除され、測定対象の物体のみのコントラスト像を提供できる。また、仮想像モードを「全物体」とし、表示モードを「比較表示」とすることで、記憶部に保持されている地形情報ならびに設備情報と、実際の物体の状態との差異に関する情報をコントラスト像の形で提供でき、施工不良や経年変化などの発見に役立てることができる。

[0059] 実測像時間指定部 5 0 6 には、撮像部 3 4 1 が実測像を構築する際に用いる飛跡情報の期間を指定するための入力欄があり、例えば開始日と終了日の形で、操作者がキーボード操作等により入力できる。

[0060] 可変状態量指定部 5 0 7 には、密度長算出部 3 4 2 が仮想像を構築する際に用いる、各物体の変位等の値を指定するための欄があり、例えば、「引戸 8 9D3」という名称の引戸の「変位」という量を、「4.54m」という値に、キーボード操作等により指定できる。

[0061] 最後に、本発明によれば、発電プラント等の大型構造物を構成する配管等の健全性検査を目的とする非破壊試験を、測定対象物体の被覆材を除去・復元することなく、人工放射線源を設置・撤去することなく、かつ、所望の測定対象物体のみの実際の密度長を反映するコントラスト像を得ることができる。

[0062] また、本発明によれば、所望の測定対象物体の実際の状態と、設計上の理想的な状態との差異を示す像を得ることができる。その結果、プラントの健全性を操業時に常時監視することが可能となり、稼働率と安全性の高いプラントを提供できるようになる。

符号の説明

- [0063] 1 0 大規模設備状態監視システム
2 0 飛跡取得部
3 0 情報処理部
9 0 大規模設備
9 1 測定対象物体

請求の範囲

- [請求項1] 測定対象の構造物と他の構造物とを透過する宇宙線により任意の区間の構造情報を撮像する撮像部と、
- 前記他の構造物の構造情報を有する構造情報取得部と、
- 前記他の構造物の構造情報を測定対象として含めるか判断し、非対象として判断した構造の密度長を算出する密度長算出部と、
- 前記撮像部により撮像された画像と前記非対象として判断した構造の密度長とに基づき測定対象の構造物の構造情報を計算する画像演算部と、を有する計算システム。
- [請求項2] 請求項1において、
- 前記測定対象の構造物の構造情報は、前記測定対象の構造物の密度長であることを特徴とする計算システム。
- [請求項3] 請求項1において、
- 前記画像演算部は前記測定対象の構造物の構造情報により、前記測定対象の構造物の損耗を評価することを特徴とする計算システム。
- [請求項4] 測定対象と他の構造物とを透過する宇宙線の飛跡を取得する飛跡取得部と、
- 前記宇宙線の飛跡に基づいて撮像する撮像部と、
- 前記宇宙線の飛跡の情報を保持する第1の記憶部と、前記測定対象ならびに前記他の構造物の構造情報を有する第2の記憶部と、
- 前記他の構造物の構造情報に基づいて第1の密度長の濃淡像を算出し、かつ前記測定対象の構造情報ならびに前記他の構造物の構造情報に基づいて第2の密度長の濃淡像を算出する密度長算出部と、を有する計算システム。
- [請求項5] 請求項4において、
- 前記計算システムは、前記撮像部により撮像した画像と前記第1の密度長の濃淡像とに基づいて前記撮像した画像を補正し、前記撮像した画像と前記第2の密度長の濃淡像との差異を示す濃淡像を演算する

画像演算部と、
を有する計算システム。

[請求項6]

請求項4において、

前記飛跡取得部は測定対象を挟むように配置された第1乃至第2検出器と、前記第1検出器ならびに前記第2検出器に接続され検出された宇宙線の強度を係数する同時計数部と、を有する計算システムであって、

前記同時計数部は、前記宇宙線がミュオンであるか判断し、ミュオンと判断した宇宙線の飛跡のみを取得することを特徴とする計算システム。

[請求項7]

測定対象の構造物と他の構造物とを透過する宇宙線により任意の区間の構造情報を撮像する撮像する第1のステップと、

前記他の構造物の構造情報を取得する第2のステップと、

前記他の構造物の構造情報を測定対象として含めるか判断する第3のステップと、

前記第3のステップにて非対象として判断した構造の密度長を算出する第4のステップと、

前記第1のステップにより撮像された画像と前記第4のステップにて算出した密度長とに基づき測定対象の構造物の構造情報を計算する第5のステップと、を有する計算方法。

[請求項8]

請求項7において、

前記測定対象の構造物の構造情報は、前記測定対象の構造物の密度長であることを特徴とする計算方法。

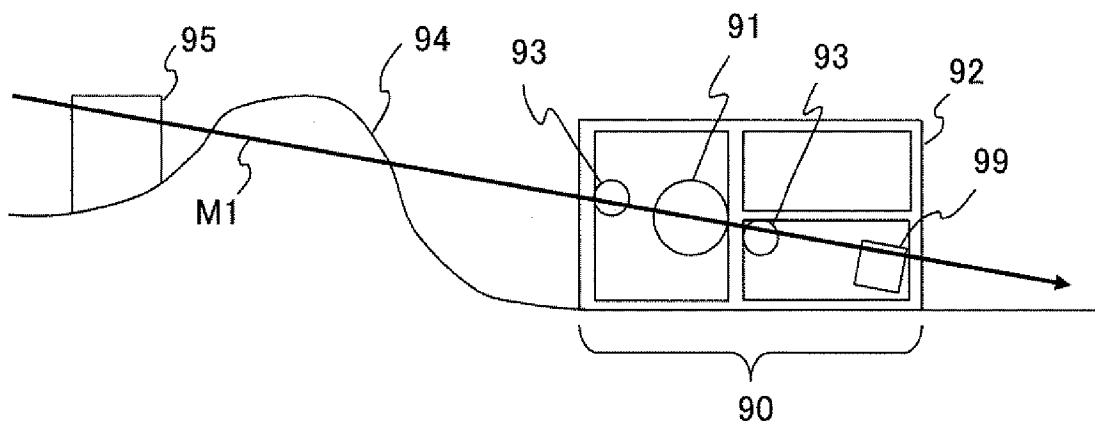
[請求項9]

請求項7において、

前記測定対象の構造物の構造情報により、前記測定対象の構造物の損耗を評価する第6のステップと、を有する計算方法。

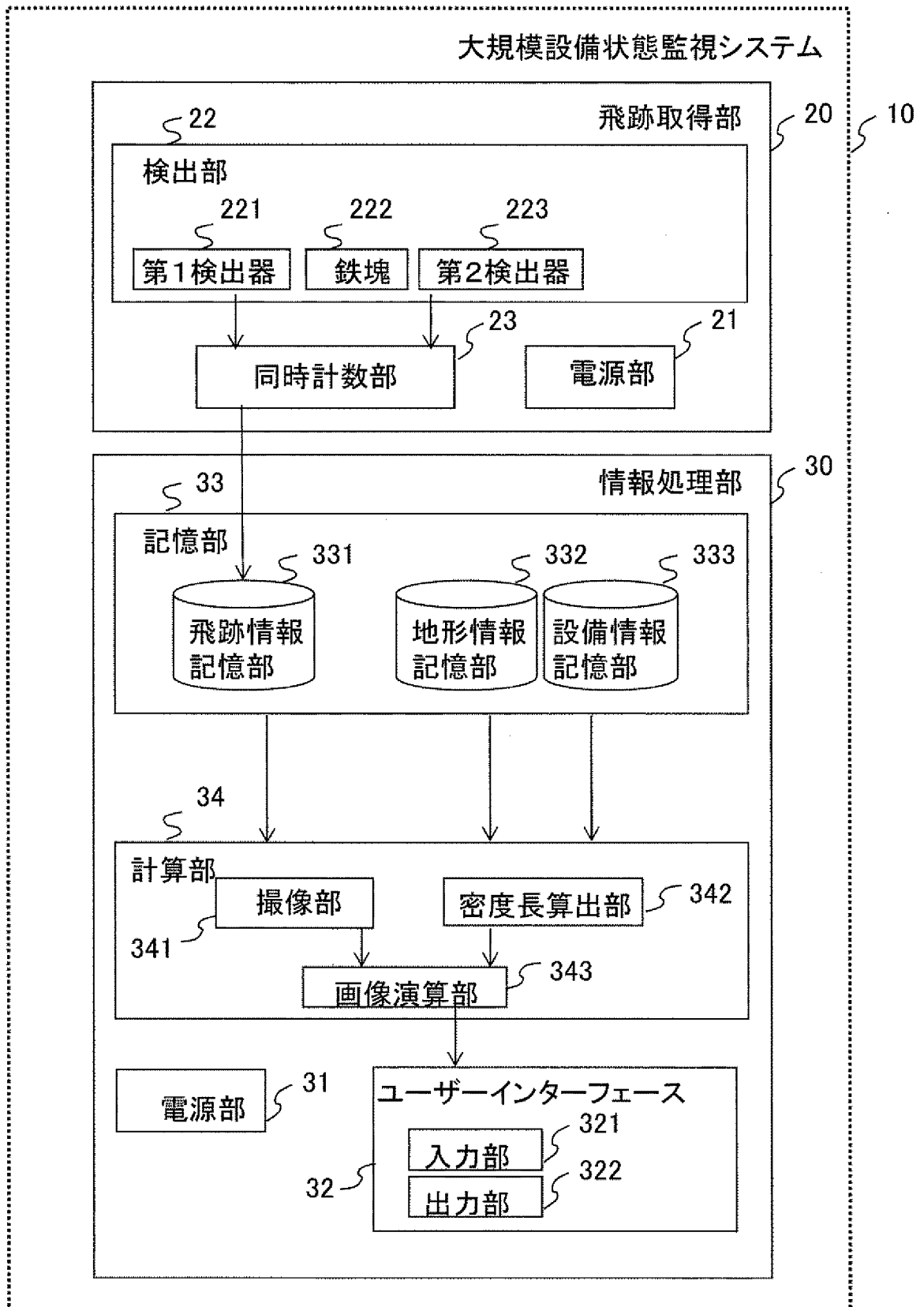
[図1]

図 1



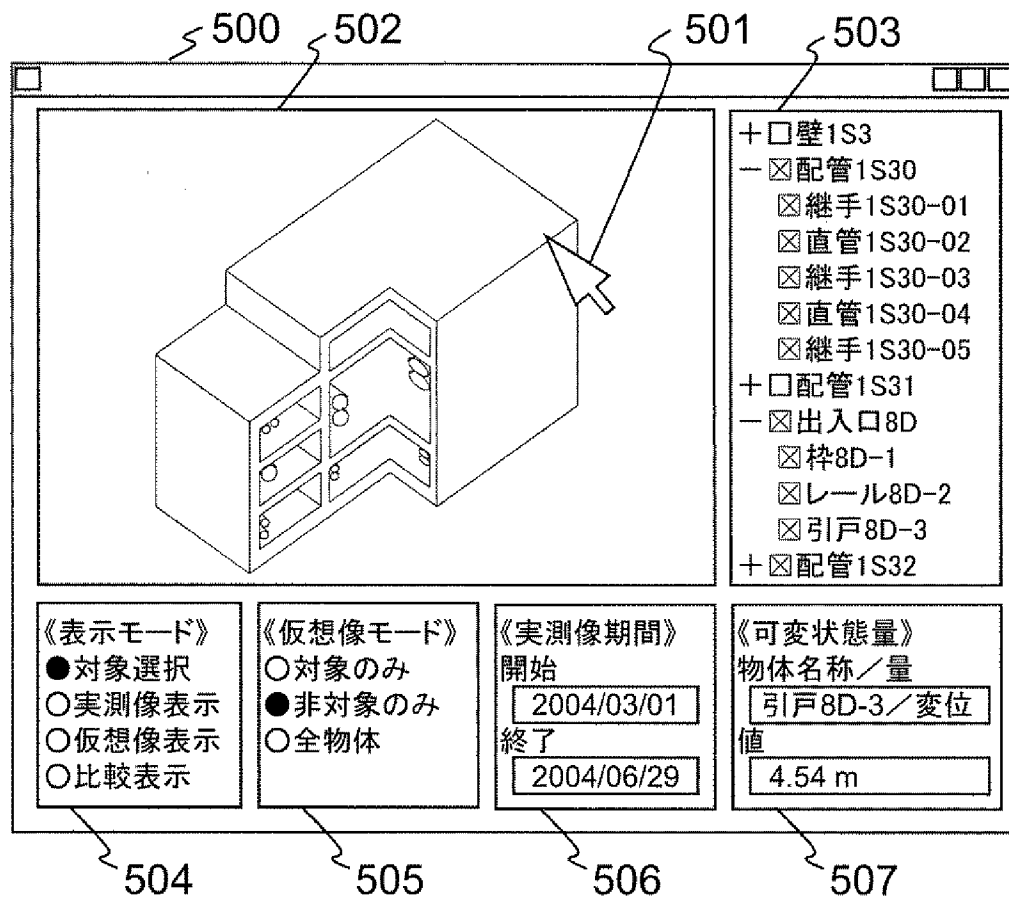
[図2]

図2



[図3]

図3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/081445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N23/04 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N23/00-G01N23/227

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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

JSTPlus (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>X</u> Y	Akihiko SHINOTAKE, "Observation for the Inner Structure of Blast Furnace by Cosmic-Ray Muon Radiography", Bulletin of the Iron and Steel Institute of Japan (Ferrum) [ISSN: 1341-688X], vol.14, no.11, 01 November 2009 (01.11.2009), pages 700 to 705, *sections 2 to 4*	<u>1-4, 6-9</u> 5
Y	JP 2011-257431 A (SIEMENS AG), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraphs [0030] to [0031], [0044]	5
Y	JP 8-166359 A (Hitachi Medical Corp.), 25 June 1996 (25.06.1996), paragraphs [0031] to [0034]	5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 December, 2012 (21.12.12)Date of mailing of the international search report
15 January, 2013 (15.01.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2012/081445

JP 2011-257431 A	2011.12.22	AU 1963199 A	1999.07.12
		EP 1042815 A1	2000.10.11
		GB 2332608 A	1999.06.23
		GB 2332608 B	2000.09.06
		IL 136706 A	2004.07.25
		JP 2001-527295 A	2001.12.25
		JP 4852193 B2	2012.01.11
		JP 5002069 B2	2012.08.15
		US 6403964 B1	2002.06.11
		US 2002/130266 A1	2002.09.19
		WO 99/33117 A1	1999.07.01
JP 8-166359 A	1996.06.25	JP 3622027 B2	2005.02.23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/081445

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
(See extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/081445

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The special technical feature common to the invention of claims 1-3, 7-9 is: (invention 1) capturing an image of structure information of an optional section using a cosmic ray which transmits through a measurement target structure and other structures; obtaining structure information of the other structures; determining whether the structure information of the other structures is included as a measurement target; calculating a density length of a structure determined as a non-target; and calculating structure information of the measurement target structure based on the captured image and the calculated density length. The special technical feature common to the invention of claims 4-6 is: (invention 2) obtaining a track of a cosmic ray which transmits through a measurement target and other structures; capturing an image based on the track of the cosmic ray; and calculating a light and shade image of a first density length based on structure information of the other structures, and calculating a light and shade image of a second density length based on structure information of the measurement target and the structure information of the other structures.

Therefore, the technical feature (feature 1) common to the invention 1 and the invention 2 is to capture an image using a cosmic ray which transmits through a measurement target structure and other structures and to calculate a density length.

However, the above-said feature 1 is not relevant to a special technical feature, since the feature is disclosed in the document which was publicly known before the priority date of the present application: Ferrum, vol.14, no.11, 01 November 2009 (01.11.2009), pages 700 to 705.

Consequently, two inventions, which are linked to each other by respective special technical features of the above-said inventions 1 and 2, are involved in claims of the present application.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N23/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N 23/00 - G01N 23/227

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

JSTPlus (JDreamII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	篠竹昭彦, “宇宙線ミュオンを利用した高炉内部観察技術” [Observation for the Inner Structure of Blast Furnace by Cosmic-Ray Muon Radiography], ふえらむ [ISSN: 1341-688X], Vol. 14, No. 11, 2009. 11. 01, pp. 700-705 * 第 2 節 - 第 4 節 *	1-4, 6-9 5
Y	JP 2011-257431 A (SIEMENS AG) 2011. 12. 22, [0030]-[0031], [0044]	5
Y	JP 8-166359 A (株式会社日立メディコ) 1996. 06. 25, [0031]-[0034]	5

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

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

の日の後に公表された文献

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

国際調査を完了した日

2 1 . 1 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 1 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高場 正光

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

2 W

2 9 1 0

JP 2011-257431 A	2011. 12. 22	AU 1963199 A	1999. 07. 12
		EP 1042815 A1	2000. 10. 11
		GB 2332608 A	1999. 06. 23
		GB 2332608 B	2000. 09. 06
		IL 136706 A	2004. 07. 25
		JP 2001-527295 A	2001. 12. 25
		JP 4852193 B2	2012. 01. 11
		JP 5002069 B2	2012. 08. 15
		US 6403964 B1	2002. 06. 11
		US 2002/130266 A1	2002. 09. 19
		WO 99/33117 A1	1999. 07. 01
JP 8-166359 A	1996. 06. 25	JP 3622027 B2	2005. 02. 23

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

（特別ページ参照）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1-3, 7-9 に係る発明に共通する特別な技術的特徴は、

(発明 1) 測定対象の構造物と他の構造物とを透過する宇宙線により任意の区間の構造情報を撮像し、前記他の構造物の構造情報を取得し、前記他の構造物の構造情報を測定対象として含めるか判断し、非対象として判断した構造の密度長を算出し、撮像された画像と算出した密度長とに基づき測定対象の構造物の構造情報を計算することであり、

請求項 4-6 に係る発明に共通する特別な技術的特徴は、

(発明 2) 測定対象と他の構造物とを透過する宇宙線の飛跡を取得し、前記宇宙線の飛跡に基づいて撮像し、前記他の構造物の構造情報に基づいて第 1 の密度長の濃淡像を算出し、かつ前記測定対象の構造情報ならびに前記他の構造物の構造情報に基づいて第 2 の密度長の濃淡像を算出することである。

したがって、発明 1 と発明 2 とに共通する技術的特徴は、

(特徴 1) 測定対象の構造物と他の構造物とを透過する宇宙線により撮像し、密度長を算出することである。

しかしながら、本願の優先日前に公知であった文献：ふえらむ, Vol. 14, No. 11, 2009. 11. 01, pp. 700-705 には、当該特徴 1 が開示されているから、特別な技術的特徴には該当しない。

よって、本願の請求の範囲には、前記発明 1-2 の特別な技術的特徴でそれぞれ関連する 2 つの発明が含まれる。