

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年1月13日(13.01.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/004883 A1

- (51) 国際特許分類:
G01T 1/169 (2006.01) G01T 1/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/061664
- (22) 国際出願日: 2010年7月9日(09.07.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-164092 2009年7月10日(10.07.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士電機システムズ株式会社 (Fuji Electric Systems Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目1番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 洞 昭仁 (HORA, Akihito) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目1番2号 富士電機システムズ株式会社内 Tokyo (JP). 石倉 剛 (ISHIKURA, Takeshi) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目1番2号 富士電機システムズ株式会社内 Tokyo (JP). 高野 智 (TAKANO, Satoshi) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目1番2号 富士電機システムズ株式会社内 Tokyo

(JP). 乾 大佑 (INUI, Daisuke) [JP/JP]; 〒1410032 東京都品川区大崎一丁目1番2号 富士電機システムズ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 青木 宏義, 外 (AOKI, Hiroyoshi et al.); 〒1020084 東京都千代田区二番町4番3 二番町カシュービル7F Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

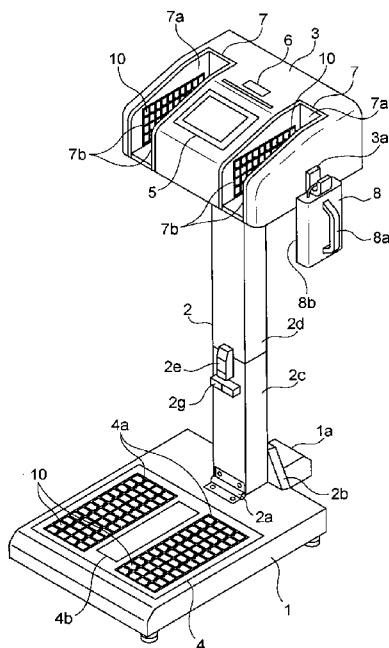
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF,

[続葉有]

(54) Title: SURFACE CONTAMINATION MONITOR

(54) 発明の名称: 表面汚染モニタ

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a surface contamination monitor which includes a hand-foot-cloth monitor capable of easily conducting the relocation to a place where an inspection should be conducted. Specifically disclosed is a surface contamination monitor having a folding mechanism capable of folding the monitor body, which is provided with a base (1), on the upper surface of which radiation detection elements (10) for measuring a foot section are provided, a support column (2) which is provided in the center rear of the upper surface of the base (1), and a top unit (3) which is affixed to the upper end of the support column (2), and to which radiation detection elements (10) for measuring a hand section are provided, wherein the folding mechanism is capable of folding the support column (2) onto the upper surface of the base (1) via a first hinge provided at the lower end of the support column (2), and capable of folding the support column (2) to the opposite side via a second hinge provided in the middle of the support column (2), and wherein the top unit (3) projects more outward than the end of the base (1) in the state in which the support column (2) is folded via the first and second hinges.

(57) 要約: 検査を実施すべき場所への移設が簡便に実施できるハンドフットクロスモニタを含む表面汚染モニタを提供すること。モニタ本体を折り畳み可能な折り畳み機構を有する表面汚染モニタであり、足部測定用の放射線検出素子(10)が上面に設けられた基台(1)と、前記基台(1)の上面中央奥に設けられた支柱(2)と、前記支柱(2)の上端部に固定され手部測定用の前記放射線検出素子(10)が設けられた上部ユニット(3)とを備え、折り畳み機構は、前記支柱(2)を、該支柱(2)の下端部に設けられた第1のヒンジを介して前記基台(1)の上面

に折り曲げ可能であるとともに、該支柱(2)の中間部に設けられた第2のヒンジを介して反対側に折り曲げ可能であり、前記支柱(2)が前記第1及び第2のヒンジを介して折り曲げられた状態では、前記上部ユニット(3)が前記基台(1)の端部よりも外側に出るようにした。

WO 2011/004883 A1



BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, 添付公開書類:
SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 表面汚染モニタ

技術分野

[0001] 本発明は、被験者又は検査対象物の表面に付着した放射性物質から放射される放射線を放射線検出素子で検出する表面汚染モニタに関する。

背景技術

[0002] 従来、原子力発電所、病院などの放射性物質を取り扱う施設に設置され、当該施設の作業者の手、足、衣服に付着した放射性物質の表面汚染を検査する表面汚染モニタとしてハンドフットクロスモニタが知られている。ハンドフットクロスモニタは、放射性物質から放出される放射線（ α 線、 β 線、 γ 線）を測定し、測定値が警報レベルを超えるとアラームを鳴動させるとともに汚染部位を液晶ディスプレイに表示する。

[0003] このようなハンドフットクロスモニタの放射線検出センサとしては、GM計数管、ガスフロー計数管、シンチレータ型放射線検出装置が用いられている。GM計数管及びガスフロー計数管は、放射線による気体の電離作用を利用して放射線を検出する。また、シンチレータ型放射線検出装置は、放射線により発光するシンチレータからの光をガイドによって集光し、集光した光を光電子増倍管によって増幅し、増幅信号により放射線を検出する（例えば、特開2003-167059号公報）。

[0004] ところで、一般的な放射線検出センサとしては、半導体型放射線検出装置も知られている。半導体型放射線検出装置は、シリコン（Si）などの半導体によって構成される放射線検出素子に放射線を入射させ、放射線の電離作用によって発生した電荷を電気信号として出力することにより放射線を検出する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2003-167059号公報

特許文献2：特開昭63－193088号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ハンドフットクロスモニタや表面汚染モニタは、放射線を取り扱う施設への出入時に出入する人や物品の表面の放射性物質による汚染を検査するばかりでなく、必要に応じて施設内の放射性物質を取り扱う場所の出入での放射性物質の表面汚染の一次検査としても使用される。ところが、放射線検出センサとしてGM計数管、ガスフロー計数管、シンチレータ型放射線検出装置を用いる場合、放射線検出センサの装置規模が大きくなってしまったため、ハンドフットクロスモニタや表面汚染モニタが大型・重量化してしまい、検査を実施すべき場所への移設が簡便に実施できないという問題点があった。

[0007] そこで、ハンドフットクロスモニタの放射線検出センサとして、装置規模が比較的小さい半導体型放射線検出装置を用いることにより、ハンドフットクロスモニタの小型・軽量化を図ることが期待されている。さらに、ハンドフットクロスモニタの放射線検出センサとして、長期間にわたって放射線検出性能を維持可能な半導体型放射線検出装置が望まれていた。

[0008] 本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、検査を実施すべき場所への移設が簡便に実施できるハンドフットクロスモニタを含む表面汚染モニタ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

[0009] 本発明の表面汚染モニタは、被験者又は検査対象物の表面に付着した放射性物質から放射される放射線を放射線検出素子で検出する表面汚染モニタであって、モニタ本体を折り畳み可能な折り畳み機構を有することを特徴とする。

上記表面汚染モニタにおいて、前記表面汚染モニタは、被験者の手・足の表面及び衣服の表面に付着した放射性物質から放射される放射線を放射線検出素子で検出するハンドフットクロスモニタであり、足部測定用の前記放射

線検出素子が上面に設けられた基台と、前記基台の上面中央奥に設けられた支柱と、前記支柱の上端部に固定され手部測定用の前記放射線検出素子が設けられた上部ユニットと、を備え、前記折り畳み機構は、前記支柱を、該支柱の下端部に設けられた第1のヒンジを介して前記基台の上面に折り曲げ可能であるとともに、該支柱の中間部に設けられた第2のヒンジを介して反対側に折り曲げ可能であり、前記支柱が前記第1及び第2のヒンジを介して折り曲げられた状態では、前記上部ユニットが前記基台の端部よりも外側に出ること特徴とする。

また、上記表面汚染モニタにおいて、前記放射線検出素子は、第1の面側にp型半導体層が形成され、前記第1の面と反対側の第2の面側に前記p型半導体層と接合したn型半導体層が形成された半導体基板と、前記第1の面上に形成される第1の電極と、前記第2の面上に形成される第2の電極と、前記第1の電極を含む前記第1の面の全体を被覆する防湿性を有する保護膜と、を具備することを特徴とする。

[0010] この構成によれば、長期間にわたって放射線検出性能を維持可能な半導体型検出装置を放射線検出センサとして用いるとともに、小型・軽量の表面汚染モニタを提供することができる。

[0011] また、上記表面汚染モニタにおいて、前記放射線検出素子の側面にシリコーン樹脂層を有することが望ましい。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、検査を実施すべき場所への移設が簡便に実施できるハンドフットクロスモニタを含む表面汚染モニタを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態に係るハンドフットクロスモニタの斜視図である。

[図2]本発明の実施形態に係る放射線検出素子から構成される放射線検出ユニットを示す図である。

[図3]本発明の実施形態に係る放射線検出素子の斜視図である。

[図4]本発明の実施形態に係る放射線検出素子の断面図である。

[図5]本発明の実施形態に係る回路ブロック図である。

[図6]本発明の実施形態に係るハンドフットクロスモニタの支柱の折り曲げ構造を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

[0015] 図1は、本実施形態のハンドフットクロスモニタの斜視図である。ハンドフットクロスモニタは、基台1と、基台1の上面中央奥に設けられた支柱2と、支柱2の上端部に固定された上部ユニット3とから構成される。

[0016] 基台1の上面手前には、足測定部4が設けられる。足測定部4には、左右一対の放射線検出部4aが設けられる。左右一対の放射線検出部4a上には、被測定者の両足が乗せられる。左右一対の放射線検出部4aは、被測定者の左足及び右足の表面に付着した放射性物質から放出される放射線（ α 線、 β 線、 γ 線）を検出する。なお、左右一対の放射線検出部4aの間には、後述する接触エリア4bが設けられている。

[0017] 支柱2の正面下端部には、基台1の上面に向かって支柱2を折り曲げ可能にするヒンジ2aが設けられている。支柱2の背面下端部には、基台1の上面に対して垂直に支柱2を正立させる支え部2bが設けられる。また、支柱2は、支柱2の中間付近で連結された下部領域2cと上部領域2dとから構成されている。下部領域2cの正面連結部には、上部領域2dの正面連結部に設けられた突起2h（図6参照）に嵌合させて、支柱2を折り曲げ不可能に固定する留め金2eが設けられる。下部領域2c及び上部領域2d双方の背面連結部には、下部領域2cの背面に向かって上部領域2dを折り曲げ可能にするヒンジ2f（図6参照）が設けられる。また、下部領域2cの正面連結部には、留め金2eの下方に、後述するスペーサ2gが設けられる。

[0018] 上部ユニット3は、被測定者の手の平よりも少なくとも厚い盤体形状を有する。上部ユニット3の上面中央部には、被測定者の各部位の放射線測定結果を表示する表示部5と、当該放射線測定結果に基づいてアラームを発するブザー6が設けられる。また、上部ユニット3には、表示部5を挟むように

、左右一対の手測定部 7 が設けられる。手測定部 7 には、被測定者の手が挿入される手挿入部 7 a が設けられており、手挿入部 7 a の対向する側面には、一対の放射線検出部 7 b が設けられる。一対の放射線検出部 7 b は、手挿入部 7 a に挿入された被測定者の手の平及び手の甲の表面に付着した放射性物質から放出される放射線（ α 線、 β 線、 γ 線）を検出する。

[0019] また、上部ユニット 3 の一方の側面には、衣服測定部 8 を吊り下げ可能なフック 3 a が設けられる。衣服測定部 8 は、略長方体形状である。衣服測定部 8 の一方の側面には、被測定者が衣服測定部 8 を手持ちするための取手 8 a が設けられており、対向する他方の側面には、放射線検出部 8 b が設けられる。放射線検出部 8 b は、被測定者の衣服の表面に付着した放射性物質から放出される放射線（ α 線、 β 線、 γ 線）を検出する。

[0020] このようなハンドフットクロスモニタの放射線検出部 4 a、7 b、8 b は、半導体型の放射線検出装置であり、半導体によって構成される放射線検出素子 10 が 2 次元上に密に配列されている。なお、放射線検出部 4 a、7 b、8 b に配列される放射線検出素子 10 の数は、適宜変更可能である。また、放射線検出部 4 a、7 b、8 b は、図 2 に示すような放射線検出ユニット 50 を複数組み合わせたものであってもよい。図 2 に示す放射線検出ユニット 50 では、1 つの基板 20 上に 4 つの放射線検出素子 10 が固定される。

[0021] 図 3 は、本実施形態に係るハンドフットクロスモニタの放射線検出部を構成する放射線検出素子の斜視図である。図 3 に示すように、放射線検出素子 10 は、25 mm 四方の平板形状を有する。放射線検出素子 10 の構成を詳述するために、図 4 を参照し、図 3 の線 A における放射線検出素子 10 の断面形状を説明する。図 4 に示すように、放射線検出素子 10 は、検出部 11 と、回路基板側電極 12 と、検出面側電極 13 と、表面保護層としてのシリコン窒化膜 14 と、側面保護層としてのシリコン樹脂層 15 と、を主に備えている。

[0022] 放射線検出素子 10 の検出部 11 は、N 型半導体基板、ここでは N 型シリコン基板 111 で構成されている。N 型シリコン基板 111 の一方の主面に

は、P⁻層 114 が設けられている。P⁻層 114 は、不純物濃度が低い、すなわち電気抵抗値が高い層であり、後述する回路基板側電極 12 との間でオーミック接触させるための層である。P⁻層 114 は、ホウ素などの元素をN型シリコン基板に拡散させることにより形成する。

[0023] N型シリコン基板 111 の他方の主面には、P層 112 が形成されている。このP層 112 の深さは、約数十 μ m程度である。P層 112 は、例えば、次のようにして形成する。まず、N型シリコン基板 111 の他方の主面上にシリコン酸化膜をスパッタリングなどの方法で被着し、P層 112 の形成領域に対応する部分を開口するようにシリコン酸化膜をパターニングし、残存したシリコン酸化膜をマスクにして、露出したN型シリコン基板にホウ素などの元素を拡散させ、その後シリコン酸化膜を除去する。

[0024] P層 112 の外側において露出しているN型シリコン基板 111 の外側には、P⁺層 113 が設けられている。P⁺層 113 は、不純物濃度が高い、すなわち電気抵抗値が低い層である。このP⁺層 113 は接地されており、回路基板側電極 12 と同電位となっている。P⁺層 113 付近もプラス電界が形成されて電子が移動する。すなわち、この領域では電流が流れないため、空乏層 117 が側面まで拡がることを防止できる。このようなP⁺層 113 の存在により、漏れ電流を低減することができる。P⁺層 113 は、N型シリコン基板 111 の他方の主面上にシリコン酸化膜をスパッタリングなどの方法で被着し、P⁺層 113 の形成領域に対応する部分を開口するようにシリコン酸化膜をパターニングし、残存したシリコン酸化膜をマスクにして、露出したN型シリコン基板 111 にホウ素などの元素を拡散させ、その後シリコン酸化膜を除去する。

[0025] P層 112 の外側において露出しているN型シリコン基板 111 上には、シリコン酸化膜 115 が形成されている。このシリコン酸化膜 115 は、露出しているN型シリコン基板 111 の領域で極性反転が起きて、基板表面に沿う方向に漏れ電流が流れてしまうことを防止する。シリコン酸化膜 115 は、N型シリコン基板 111 の他方の主面上にシリコン酸化膜をスパッタリ

ングなどの方法で被着し、露出したN型シリコン基板上に残存させるようにシリコン酸化膜115をパターニングすることにより形成する。シリコン酸化膜115の上層は、ゲッタリング層116である。ゲッタリング層116は、シリコン酸化膜層に含まれる不純物を捕獲、除去するものである。ゲッタリング層116は、シリコン酸化膜115にリンをドーピングして表面改質することにより形成する。

[0026] N型シリコン基板111のP層114上には、回路基板側電極12が形成されている。回路基板側電極12は、P層114上に電極材料をスパッタリングなどにより被着することにより形成する。N型シリコン基板のP層112上には、検出面側電極13が形成されている。検出面側電極13は、P層112上に電極材料をスパッタリングなどにより被着し、P層112上に残存させるように電極材料をパターニングすることにより形成する。検出面側電極13は、アルミなどの遮光膜をかねた導電膜であることが望ましい。

[0027] N型シリコン基板111の他方の主面側には、その表面を被覆するように表面側保護層として、シリコン窒化膜14が形成されている。シリコン窒化膜14は、放射線検出性能を維持しつつ、放射線検出素子10の寿命を長くするためのものである。シリコン窒化膜14の厚さは、硬度が高いことに起因する応力発生による漏れ電流の増加を考慮すると、 $0.5\mu\text{m} \sim 1.5\mu\text{m}$ であることが好ましい。シリコン窒化膜14は、N型シリコン基板111の他方の主面上にシリコン窒化物をスパッタリングなどにより被着することにより形成する。シリコン窒化膜は、後述する対環境試験（促進試験）から判るように防湿性に優れた保護膜であるが、同様の対環境性能を有する保護膜として、シリコン窒化膜の他に、パラキシレン系有機薄膜を用いることもできる。

[0028] また、検出部11の上面（有感部領域）を除いた側面領域には、側面側保護層として、シリコーン樹脂層15が設けられている。シリコーン樹脂層15も、放射線検出性能を維持しつつ、放射線検出素子10の寿命を長くするためのものである。上記シリコン窒化膜14及びシリコーン樹脂層15を設

けることにより、より確実に、放射線検出性能を維持しつつ、放射線検出素子 10 の寿命を長くすることができる。シリコン樹脂層 15 は、検出部 11 の側面にシリコン樹脂を塗布し、乾燥することにより形成する。

[0029] なお、このような検出部 11 において、P 層 112 は、アモルファスシリコン層であっても良い。すなわち、N 型シリコン基板 111 上に P 層形成領域を開口したマスクを介してアモルファスシリコンを CVD (Chemical Vapor Deposition) 法で成膜して、N 型シリコン基板 111 上にアモルファスシリコン P 層を形成しても良い。

ここで、ベータ線放射線検出素子では、ベータ線だけでなく光も計数（捕獲）してしまうことから、対環境性能（透湿性能）に優れかつ遮光性を有し、使用時の素子の汚染防止も可能なポリイミド等の有機膜を併用する。ところが、ベータ線よりも飛程が短いアルファ線の場合、保護膜の厚さとして 6 μm 程度までしか確保できないので、保護膜に十分な防湿性の機能を持たせることは困難である。このため、放射線検出素子に形成する保護膜に十分な防湿性を持たせる必要がある。そこで、電極部分を含む表面全面をシリコン窒化膜（又はパラキシリレン系有機薄膜）で覆い、保護膜に十分な防湿性を持たせている。遮光性は検出面側電極 13 にアルミなどの遮光膜をかねた導電膜を用いることで実現可能である。

[0030] 以上のような放射線検出部 4a、7b、8a には、図 5 に示すような回路ブロックが接続される。図 5 は、本実施形態のハンドフットクロスモニタの放射線検出部の回路ブロック図である。図 5 に示すように、放射線検出部 4a、7b、8a では、放射線検出素子 10 毎に信号処理部 30 が設けられ、各信号処理部 30 は、MPU 40 に接続されている。

[0031] 各信号処理部 30 は、放射線検出素子 10 から放出された信号を増幅する。MPU 40 は、各信号処理部 30 で増幅された信号を検出し、検出信号をカウントし、カウント結果に基づいて放射線量を算出する。MPU 40 は、算出した放射線量が所定値を超える場合、アラームを発するようにハンドフットクロスモニタのブザー 6 を制御し、算出した放射線量が所定値を超えた

汚染部位の警告表示を行うように表示部 5 を制御する。なお、MPU 40 は、放射線検出素子 10 からの検出信号のカウント範囲を制御することによって、汚染部位をより詳細に特定することが可能である。

[0032] 次に、図 1 及び 4 を参照し、以上のように構成されたハンドフットクロスモニタにおいて、被測定者の手、足、衣服の表面に付着した放射性物質から放射される放射線を検出する動作について説明する。

[0033] 被測定者は、手、足の表面に付着した放射性物質を検出するために、図 1 に示すハンドフットクロスモニタにおいて、足測定部 4 に設けられた左右一対の放射線検出部 4 a に両足を乗せるとともに、手・足測定開始ボタン（不図示）を押下し、一対の手測定部 7 に設けられた手挿入部 7 a に両手を挿入する。また、被測定者は、手・足の検査後に、衣服の表面に付着した放射性物質を検出するために、衣服測定部 8 の取手 8 a を保持して、衣服測定開始ボタン（不図示）を押下し、放射線検出部 8 b を自身の衣服に近づける。

[0034] 被測定者によって手・足測定開始ボタンや衣服測定開始ボタンが押下されると、放射線検出部 4 a、7 b、8 b に配列された放射線検出素子 10 に電圧が印加される。図 4 に示す放射線検出素子 10 において、P 層 112 に負電圧を印加し、N 型シリコン基板 111 に正電圧を印加すると、すなわち、pn 接合に逆方向バイアスを印加すると、N 型シリコン基板 111 に空乏層 117 が形成される。この空乏層 117 は、高い比抵抗であり、電界強度が高い領域である。したがって、この状態の放射線検出素子 10 に β 線のような放射線が入射すると、空乏層 117 において電離し、2 次電子となって有効に集められる。この有効に集められた 2 次電子がパルス状の電流信号となり、このパルス状の電流信号を検出することにより放射線を検出することができる。

[0035] このような放射線検出素子 10 の構成、すなわち、N 型シリコン基板 111 の他方の主面を被覆するようにシリコン窒化膜 14 が形成されており、少なくとも検出部 11 の側面を含む領域にシリコーン樹脂層 15 が設けられている構成によれば、長期間にわたって放射線検出性能を維持することができる。

る。具体的に、図 4 に示す構成の放射線検出素子 10 に逆バイアス 150 V を印加した状態で 85℃、85%RH に放置した促進試験を行ったところ、1000 時間以上にわたって、目標漏れ電流値 150 nA（室温）以下（実測値 100 nA 以下）を維持したことが確認できた。

[0036] また、本実施形態に係る構成の放射線検出素子 10 においては、放射線を電離し、2 次電子として有効に集めるために十分な空乏層 117 を形成するのに必要なバイアス電圧を低くすることができる。P 型シリコン基板に N 層を設けた構造においては、十分な空乏層 117 を形成するためには、200 V のバイアス電圧が必要となる。このような構成では、全体として絶縁耐圧性を高める必要がある。一方、図 4 に示す構造、すなわち N 型シリコン基板 111 に P 層 112 を設けた構造では、100 V 以下のバイアス電圧で十分な空乏層 117 を形成することができる。このため、図 4 に示す構造は、絶縁耐圧の観点からも有利な構造である。

[0037] 以上のように、本実施形態に係るハンドフットクロスモニタによれば、長期間にわたって放射線検出性能を維持可能な半導体型検出装置を放射線検出センサとして用いるとともに、小型・軽量のハンドフットクロスモニタを提供することができる。

[0038] なお、本実施形態に係るハンドフットクロスモニタは、設置場所へ移動する場合又は収納する場合には、支柱 2 を折りたたみ、持ち運び容易な形状にすることができ、収納スペースを小さくすることが可能である。図 6 は、本実施形態のハンドフットクロスモニタの支柱を折り曲げた様子を示す図である。

[0039] 図 6 では、図 1 において支柱 2 の上部領域 2 d の突起 2 h に嵌合していた留め金 2 e が外され、下部領域 2 c がヒンジ 2 a を介して基台 1 の上面に向かって折り曲げられている。下部領域 2 c の長さは、下部領域 2 c を折り曲げた場合に、基台 1 から下部領域 2 c が突出しないように制限されている。また、基台 1 の足測定部 4 の一対の放射線検出部 4 a の間には、接触エリア 4 b が設けられている。接触エリア 4 b は、下部領域 2 c を基台 1 の上面に

向かって折り曲げたときに、下部領域 2 c の留め金 2 e とスペーサ 2 g とを接触させるためのものである。この接触エリア 4 b を設けたことにより、下部領域 2 c を折り曲げたときに、下部領域 2 c が放射線検出部 4 a に接触することによって、放射線検出素子 10 に傷がつくのを防止することができる。

[0040] また、図 6 では、留め金 2 e が外された上部領域 2 d がヒンジ 2 f によって下部領域 2 c の背面に向かって折り曲げられている。折り曲げられた上部領域 2 d と下部領域 2 c との間には、下部領域 2 c の背面下端部に設けられた支え部 2 b が収納される。上部領域 2 d の長さは、上部領域 2 d を折り曲げた場合に、基台 1 から上部領域 2 d の上端部に固定された上部ユニット 3 が突出する長さに設定されている。また、基台 1 の背面には、上部領域 2 d を折り曲げた場合に、基台 1 から突出した上部ユニット 3 を固定する固定部 1 a が設けられている。固定部 1 a は、上部ユニット 3 の背面に設けられた溝（図示なし）を固定部 1 a に嵌合させて、上部ユニット 3 を固定する。このように、支柱 2 を折りたたみ可能に構成することによって、ハンドフットクロスモニタを持ち運び容易な形状にすることができ、収納スペースを小さくすることが可能である。

[0041] なお、本実施形態では、被験者（被測定者）の手・足の表面及び衣服の表面に付着した放射性物質から放射される放射線を放射線検出素子 10 で検出するハンドフットクロスモニタについて説明した。しかしながら、本発明は、検査対象物の表面に付着した放射線物質から放射される放射線を放射線検出素子 10 で検出する表面汚染モニタ（例えば、ランドリーモニタや物品表面汚染モニタ）にも適用可能である。

[0042] 本出願は、2009年7月10日出願の特願2009-164092に基づく。この内容は、全てここに含めておく。

請求の範囲

- [請求項1] 被験者又は検査対象物の表面に付着した放射性物質から放射される放射線を放射線検出素子で検出する表面汚染モニタであって、モニタ本体を折り畳み可能な折り畳み機構を有することを特徴とする表面汚染モニタ。
- [請求項2] 請求項1記載の表面汚染モニタにおいて、
前記表面汚染モニタは、被験者の手・足の表面及び衣服の表面に付着した放射性物質から放射される放射線を放射線検出素子で検出するハンドフットクロスモニタであり、
足部測定用の前記放射線検出素子が上面に設けられた基台と、
前記基台の上面中央奥に設けられた支柱と、
前記支柱の上端部に固定され手部測定用の前記放射線検出素子が設けられた上部ユニットと、を備え、
前記折り畳み機構は、
前記支柱を、該支柱の下端部に設けられた第1のヒンジを介して前記基台の上面に折り曲げ可能であるとともに、該支柱の中間部に設けられた第2のヒンジを介して反対側に折り曲げ可能であり、
前記支柱が前記第1及び第2のヒンジを介して折り曲げられた状態では、前記上部ユニットが前記基台の端部よりも外側に出ること特徴とする表面汚染モニタ。
- [請求項3] 請求項1記載の表面汚染モニタにおいて、
前記放射線検出素子は、
第1の面側にp型半導体層が形成され、前記第1の面と反対側の第2の面側に前記p型半導体層と接合したn型半導体層が形成された半導体基板と、
前記第1の面上に形成される第1の電極と、
前記第2の面上に形成される第2の電極と、
前記第1の電極を含む前記第1の面の全体を被覆する防湿性を有す

る保護膜と、を具備することを特徴とする表面汚染モニタ。

[請求項4] 前記防湿性を有する保護膜は、シリコン窒化膜を有することを特徴とする請求項3記載の表面汚染モニタ。

[請求項5] 前記防湿性を有する保護膜は、パラキシリレン系有機薄膜を有することを特徴とする請求項3記載の表面汚染モニタ。

[請求項6] 前記第1の電極は、遮光性を有する導電膜で形成されていることを特徴とする請求項3記載の表面汚染モニタ。

[請求項7] 前記n型半導体層の一部が、前記p型半導体層の側面を囲んで前記第1の面側に形成され、

前記p型半導体層の側面の外側に前記n型半導体層を介して、他のp型半導体層が形成されており、

前記他のp型半導体層と前記第2の電極が同電位となるように電氣的に接続されたことを特徴とする請求項3記載の表面汚染モニタ。

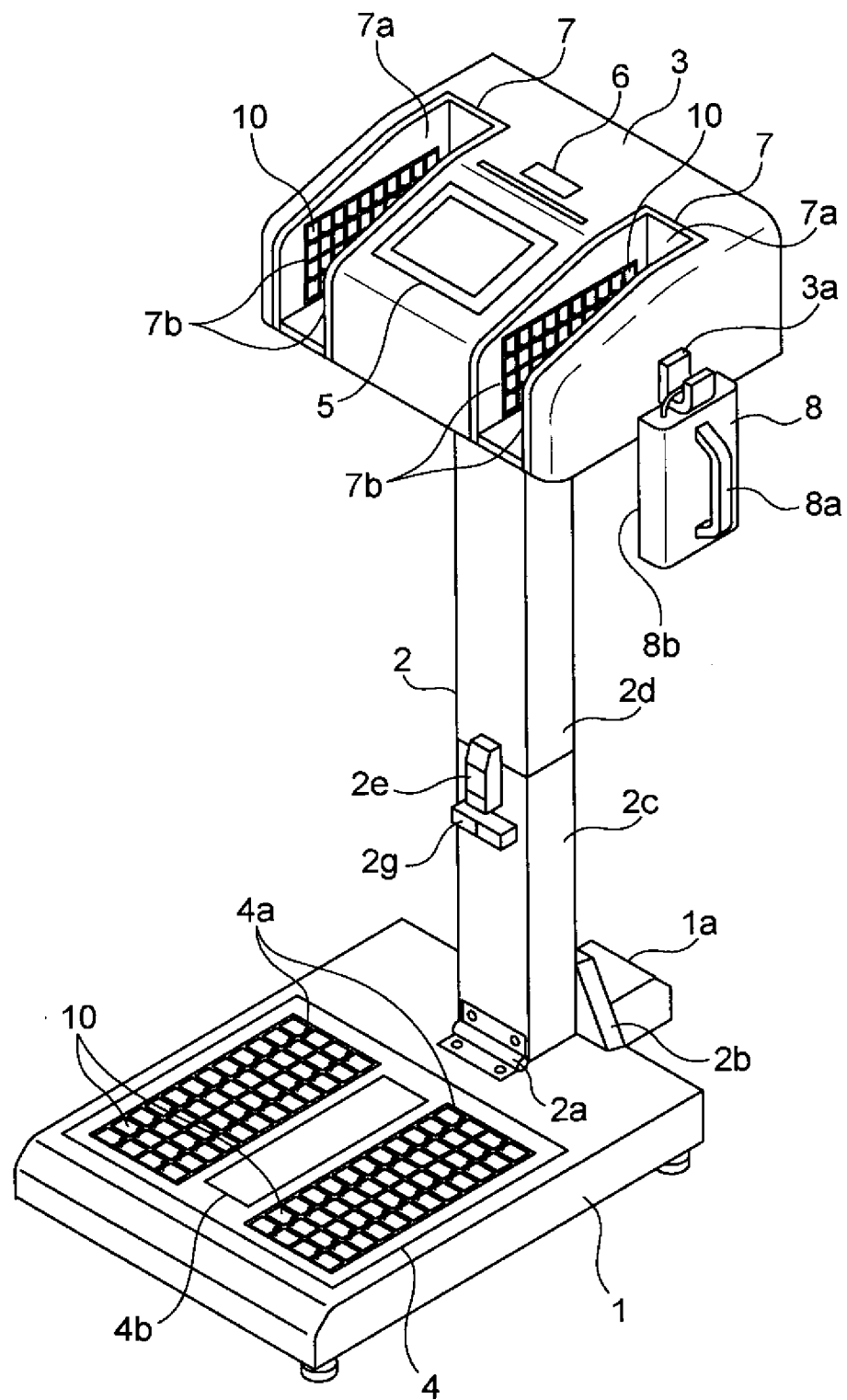
[請求項8] 前記第1の面において、前記n型半導体層が形成された領域に酸化シリコン膜が形成されていることを特徴とする請求項3に記載の表面汚染モニタ。

[請求項9] 前記半導体基板はN型半導体基板であり、前記p型半導体層は前記n型半導体基板に不純物元素が拡散して形成された半導体層であることを特徴とする請求項3に記載の表面汚染モニタ。

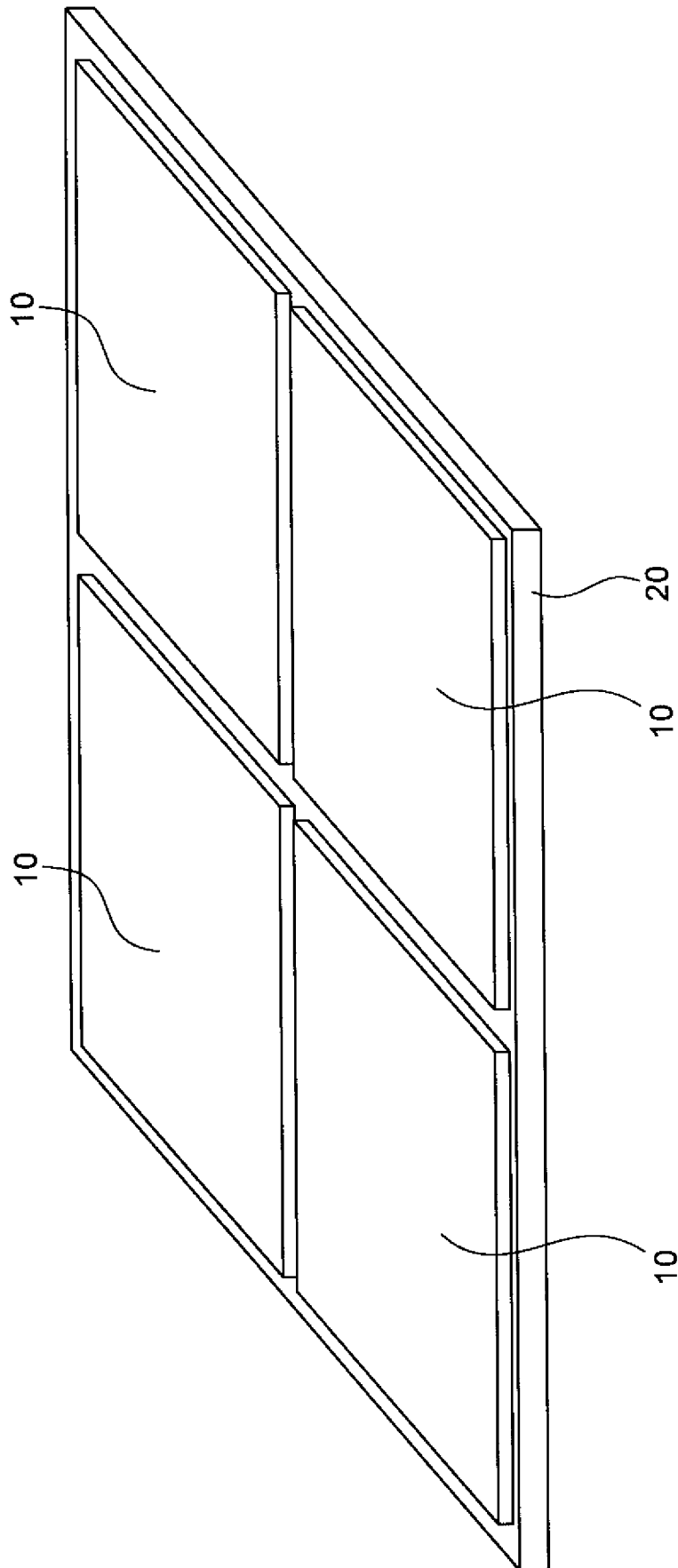
[請求項10] 前記n型半導体層と前記第2の電極の間に、前記p型半導体層より不純物濃度が小さいp層を有することを特徴とする請求項3に記載の表面汚染モニタ。

[請求項11] 前記放射線検出素子の側面にシリコーン樹脂層を有することを特徴とする請求項3記載の表面汚染モニタ。

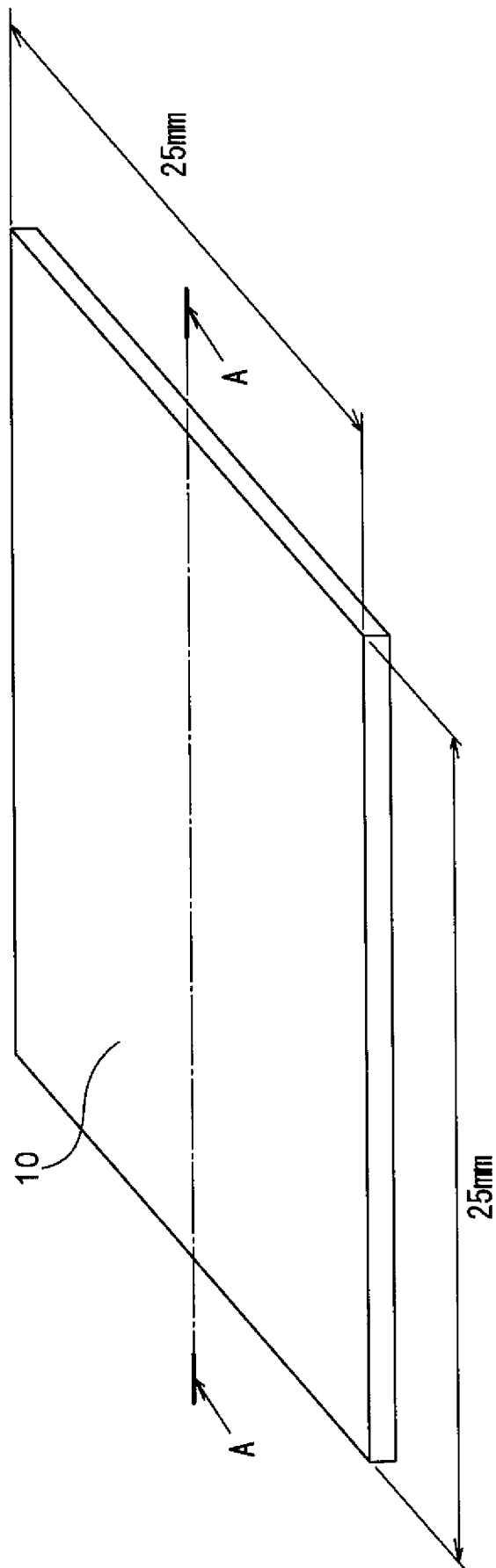
[図1]



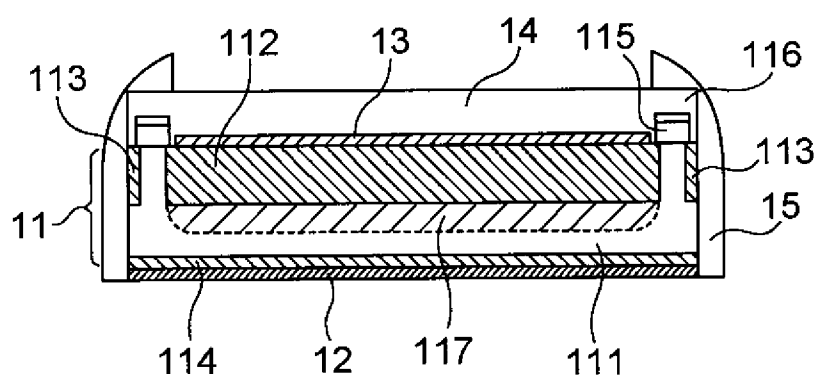
[図2]

50

[図3]

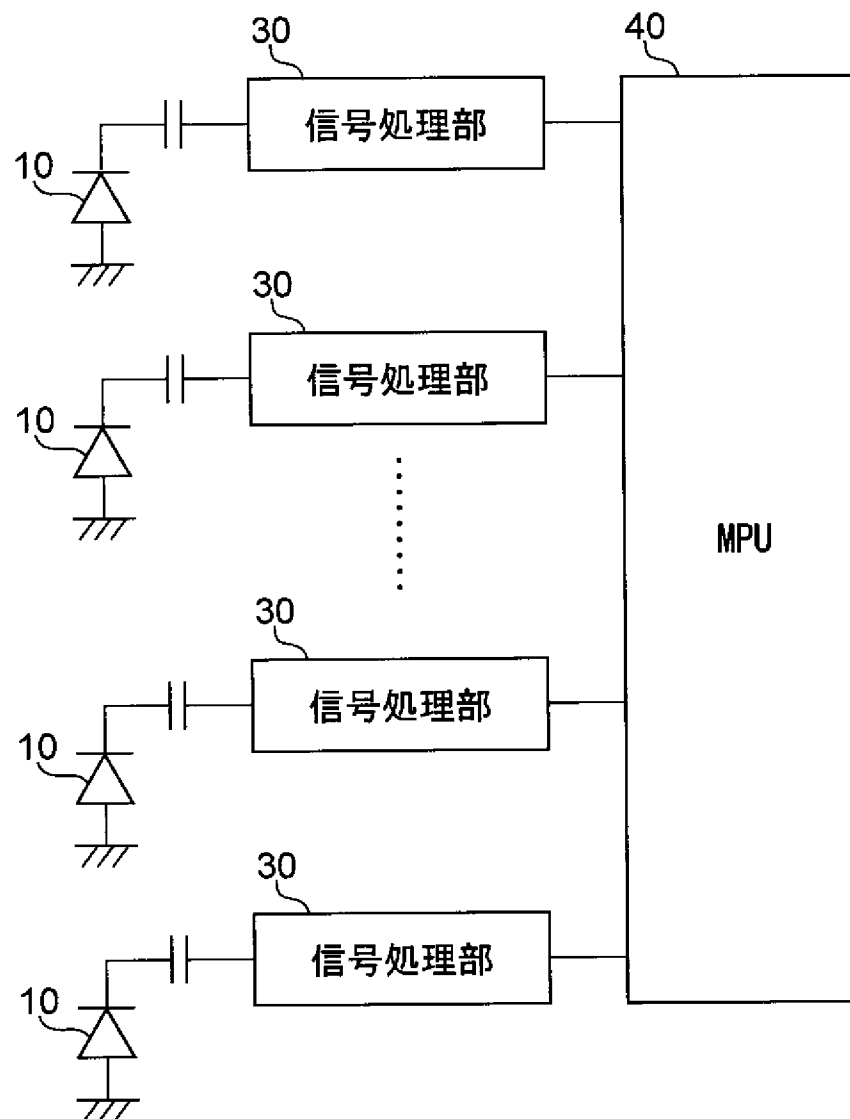


[図4]

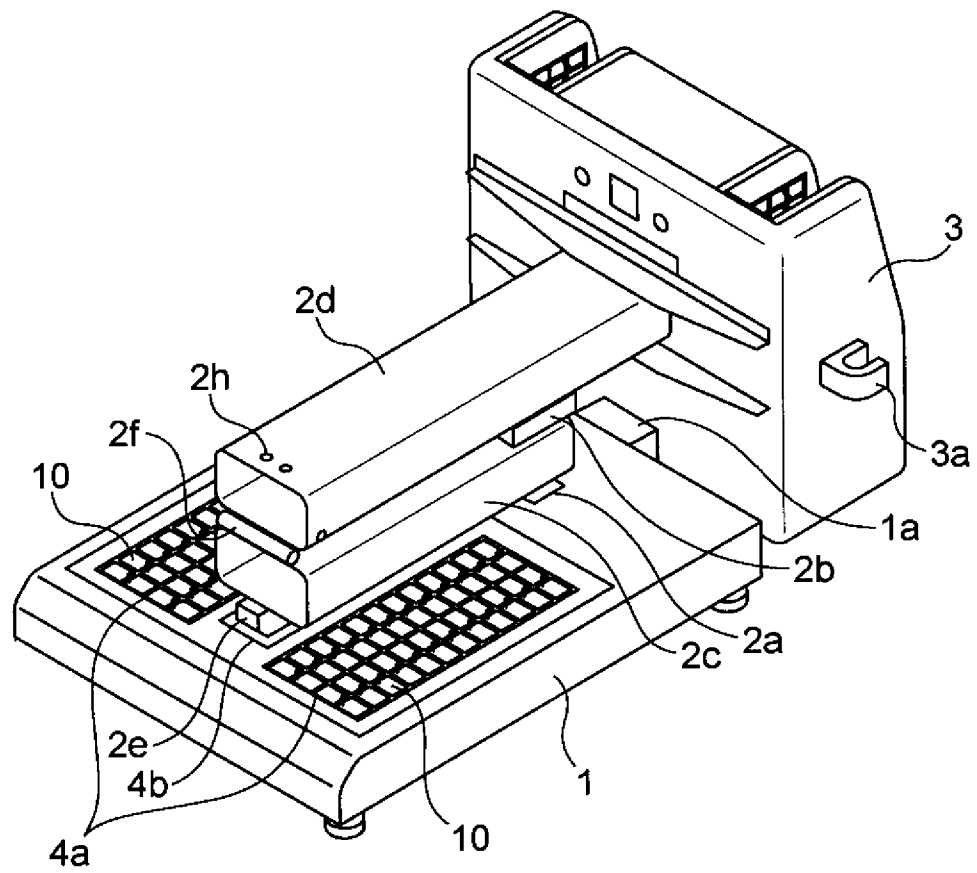


10

[图5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061664

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01T1/169(2006.01) i, G01T1/24(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)

G01T1/169, G01T1/24

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2007-114145 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 May 2007 (10.05.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1 2-11
X Y A	JP 2001-228250 A (Ohyo Koken Kogyo Co., Ltd.), 24 August 2001 (24.08.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1 3-11 2
Y	JP 7-122776 A (Seiko Instruments Inc.), 12 May 1995 (12.05.1995), paragraphs [0028] to [0032]; fig. 1 & EP 642178 A3 & EP 642178 A2	3-11

☒ 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
27 September, 2010 (27.09.10)

Date of mailing of the international search report
05 October, 2010 (05.10.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061664

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-4012 A (Kabushiki Kaisha SII RD Center), 06 January 1999 (06.01.1999), paragraphs [0025] to [0027]; fig. 5 (Family: none)	7
Y	JP 2001-326376 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 22 November 2001 (22.11.2001), paragraph [0016]; fig. 2 (Family: none)	7-8
Y	JP 2009-139346 A (Fuji Electric Systems Co., Ltd.), 25 June 2009 (25.06.2009), entire text; all drawings (Family: none)	7,10
Y	JP 2006-339360 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 14 December 2006 (14.12.2006), paragraphs [0016] to [0022]; fig. 1 (Family: none)	8
Y	JP 2001-296365 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 26 October 2001 (26.10.2001), paragraphs [0031] to [0032]; fig. 6 (Family: none)	11
Y	JP 2008-268038 A (Hitachi, Ltd.), 08 November 2008 (08.11.2008), paragraph [0020]; fig. 6 (Family: none)	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061664

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:

The invention in claim 1 does not have a special technical feature in the light of the contents disclosed in JP 2007-114145 A and JP 2001-228250 A. Consequently, the invention in claim 1 and the inventions in claims 2 - 11 do not comply with the requirement of unity of invention.

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.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01T1/169(2006.01)i, G01T1/24(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. G01T1/169, G01T1/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2007-114145 A (三菱電機株式会社) 2007.05.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 2 - 1 1
X Y A	JP 2001-228250 A (応用光研工業株式会社) 2001.08.24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1 3 - 1 1 2

☒ 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 7 . 0 9 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 5 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤本 加代子

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 3

2 I

4 4 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 7-122776 A (セイコー電子工業株式会社) 1995.05.12, 第【0028】－【0032】段落および第1図 & EP 642178 A3 & EP 642178 A2	3－11
Y	JP 11-4012 A (株式会社エスアイアイ・アールディセンター) 1999.01.06, 第【0025】－【0027】段落および第5図 (ファミリーなし)	7
Y	JP 2001-326376 A (浜松ホトニクス株式会社) 2001.11.22, 第【0016】段落および第2図 (ファミリーなし)	7－8
Y	JP 2009-139346 A (富士電機システムズ株式会社) 2009.06.25, 全文、全図 (ファミリーなし)	7、10
Y	JP 2006-339360 A (浜松ホトニクス株式会社) 2006.12.14, 第【0016】－【0022】段落および第1図 (ファミリーなし)	8
Y	JP 2001-296365 A (松下電器産業株式会社) 2001.10.26, 第【0031】－【0032】段落および第6図 (ファミリーなし)	11
Y	JP 2008-268038 A (株式会社日立製作所) 2008.11.08, 第【0020】段落および第6図 (ファミリーなし)	11

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この国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、JP 2007-114145 A、JP 2001-228250 Aに開示された内容に照らして特別な技術的特徴を有さない。

よって、請求項1に係る発明と請求項2-11に係る発明とは、発明の単一性の要件を満たさない。

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ので、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ので、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。