

(43) 国際公開日
2006年3月9日 (09.03.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/025318 A1(51) 国際特許分類:
H05G 1/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/015649

(22) 国際出願日: 2005年8月29日 (29.08.2005)

(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2004-256233 2004年9月2日 (02.09.2004) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.)
[JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 Shizuoka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 通浩 (ITO, Michihiro) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.);
〒1040061 東京都中央区銀座一丁目 10 番 6 号銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

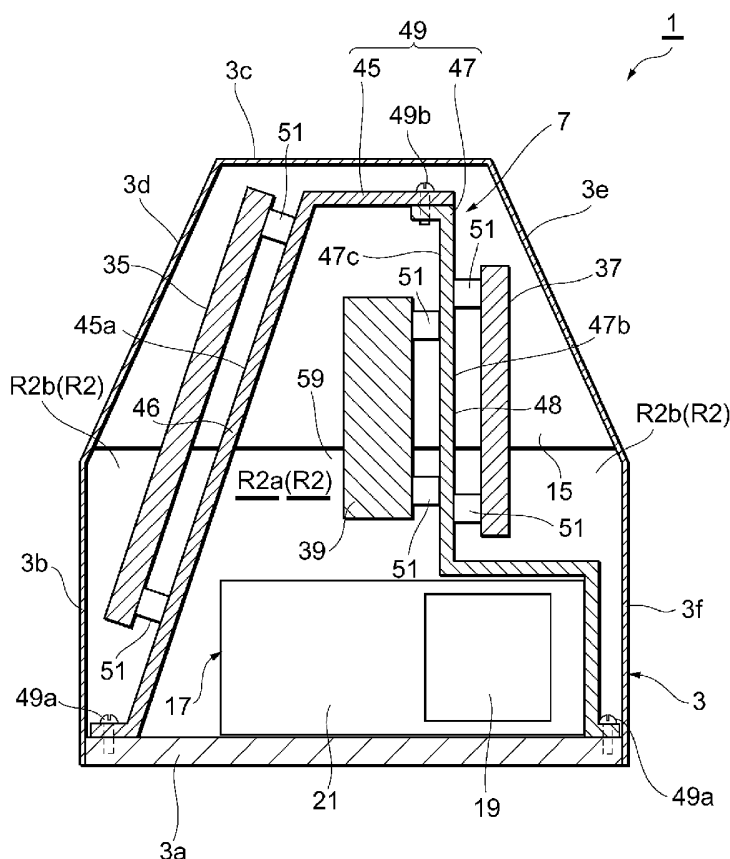
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

[続葉有]

(54) Title: X-RAY SOURCE

(54) 発明の名称: X線源



(57) Abstract: Disclosed is an X-ray source (1) comprising an X-ray generating unit having an X-ray tube and emitting an X-ray to the outside, and a circuit board holder (49) contained in a casing (3) and supporting circuit boards (35, 37). A driving power supply unit (39) for supplying driving power to the X-ray generating unit is arranged between a first flat plate portion (46) and a second flat plate portion (48) respectively supporting the circuit boards (35, 37). A cooling fan is disposed in the casing (3) for having a cooling wind flow between the first flat plate portion (46) and the second flat plate portion (48).

(57) 要約: X線源 1 は、X線管を有してX線を外部に照射するX線発生部を備えており、筐体 3 内に收容されて回路基板 35、37 を支持する回路基板ホルダー 49 を備えている。そして、回路基板 35、37 が支持された第 1 平板部 46 と第 2 平板部 48 との間には、X線発生部に駆動電力を供給する駆動電源部 39 が收容されており、筐体 3 には、第 1 平板部 46 と第 2 平板部 48 との間で冷却風を流動させる冷却ファンが設けられている。



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

X線源

技術分野

- [0001] 本発明は、特に、マイクロフォーカスX線源として利用されるX線源に関するものである。

背景技術

- [0002] 従来、このような分野の技術として、特許文献1に記載のマイクロフォーカスX線源が知られている。このマイクロフォーカスX線源は、電子銃からの電子をターゲットに衝突させ、発生したX線を照射窓を介して外部に照射するX線管を備えたタイプのX線源である。このマイクロフォーカスX線源は、検査対象物を透過したX線による透過画像に基づいて検査対象物の異常を発見するX線非破壊検査装置に用いられている。

特許文献1:特許2634369号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0003] このような検査装置は、より精度の高い検査を可能とするために、より明瞭な透過画像を取得できることが求められている。そして、明瞭な透過画像を得る手段としては、X線の照射量を多くすることが考えられ、このようなX線源には、高出力化が求められている。中でも、搬送ライン上で流通する対象物を高速で透視検査する場合には、短時間で明瞭な透過画像を取得する必要があるため、このような用途におけるX線源の高出力化の要請は特に高い。
- [0004] しかしながら、この種のマイクロフォーカスX線源は、出力が高くなるほど、駆動電源部からX線管に大きな電力を供給する必要があるため、運転時における駆動電源部からの発熱が大きくなり、駆動電源部が高温になる。そして、駆動電源部が高温になることにより、駆動電源部を構成する電子部品の動作が不安定になる場合がある。よって、X線源の高出力化を図ろうとすれば、駆動電源部をより高い効率で冷却して、その過熱を抑制する必要があるが、何ら対策を施されていないのが現実であった。

[0005] そこで、本発明は、X線源において駆動電源部を効率よく冷却することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明のX線源は、X線管を有してX線を外部に照射するX線発生部と、このX線管の駆動を制御する制御回路を有する回路基板と、筐体と、この筐体内に収容されて回路基板を支持するとともに、対向する第1の平板部と第2の平板部とを有する回路基板ホルダーと、第1の平板部と第2の平板部との間に収容されて、X線発生部に駆動電力を供給する駆動電源部と、第1の平板部と第2の平板部との間に冷却風を流動させる冷却ファンと、を備えていることを特徴とする。

[0007] このX線源によれば、回路基板ホルダーの第1の平板部と第2の平板部との間が通風路を形成し、この通風路に冷却ファンにより冷却風を流動させる。熱源となる駆動電源部はこの通風路内に配置されるので、その周囲に冷却風を流通させて冷却を行うことができる。

[0008] この回路基板ホルダーは、第1の平板部を有する第1の部材と、第2の平板部を有する第2の部材とを連結して構成されていることが好ましい。この場合、第1の平板部または第2の平板部に駆動電源部を取り付けた後に、第1の部材と第2の部材とを連結させて、第1の平板部と第2の平板部との間に駆動電源部を配置すればよい。

発明の効果

[0009] 本発明のX線源によれば、駆動電源部に十分な冷却風が当たることになり、この冷却風によって駆動電源部を集中的にかつ効率よく冷却することができる。

[0010] また、回路基板ホルダーを上記のように二つの平板部を組み合わせて構成することで、駆動電源部を両者の間に配置する際の作業性が向上する。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明に係るX線源の第1の実施形態を示す斜視図である。

[図2]図1に示したX線源の正面図である。

[図3]図1に示したX線源のX線発生部の断面図である。

[図4]図1に示したX線源の制御部の断面図である。

[図5]本発明に係るX線源の第2の実施形態を示す正面図である。

[図6]本発明に係るX線源の第3の実施形態を示す斜視図である。

符号の説明

- [0012] 1、71、91 X線源
3、73 筐体
5 X線発生部
27 X線管
35 第1回路基板
37 第2回路基板
39 駆動電源部
45 第1プレート(第1の部材)
46 第1平板部
47 第2プレート(第2の部材)
48 第2平板部
49b ネジ(締結手段)
49、85 回路基板ホルダー
55a、77a 冷却ファン
83、81 プレート。

発明を実施するための最良の形態

- [0013] 以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。
説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の参照番号を附し、重複する説明は省略する。

(第1実施形態)

- [0014] 図1に本発明に係るX線源の第1の実施形態の斜視図を、図2にその正面図をそれぞれ示す。図1および図2に示すように、X線源1は、電子銃からの電子をターゲットに衝突させ、発生したX線を照射窓を介して外部に照射するX線管を備えたタイプのX線源であり、例えば、X線非破壊検査装置におけるX線源として用いられる。このX線源1の筐体3内部には、X線を発生させ、かつ、照射するX線発生部5と、そのX線発生部5を制御する制御部7とが格納されている。筐体3の内部空間は、X線発生部

5を収容するX線発生部収容空間R1と、制御部7を収納する制御部収容空間R2とから構成されており、X線発生部収容空間R1と制御部収容空間R2との間には、筐体3の上部内壁から下方に向けて延びる仕切壁15が設けられている。つまり、この仕切壁15により、X線発生部収容空間R1と制御部収容空間R2とが区分され(仕切られ)ている。

[0015] X線発生部5は、図3にその断面図を示すように、筐体3の底板3aに固定された高圧電源部17と、この高圧電源部17から電力の供給を受けてX線を照射するX線管27と、このX線管27の一部を包囲する金属筒(X線管包囲部)29とを備えている。この高圧電源部17は、高電圧を発生させ得る高圧トランス19と、高圧トランス19で発生した高電圧を増倍させてX線管27に供給する高圧供給回路23と、高圧トランス19と高圧供給回路23とを電氣的に接続する導線25aと、高圧供給回路23とX線管27とを電氣的に接続する導線25bとを備えている。そして、高圧供給回路23と、各導線25a、25bとは、電気絶縁性材料(例えば、エポキシ樹脂)からなる絶縁ブロック21中にモールドされており、高圧トランス19は、絶縁ブロック21の側面で制御部7側に突出して設けられている。このような高圧電源部17の構造によって、高電圧が印加される高圧供給回路23、導線25a、25bからの外部への放電が防止されている。

[0016] この高圧電源部17の上方に位置するX線管27は、反射型ターゲットタイプのX線管であり、棒状の陽極27bを絶縁状態に保持して収容するバルブ部27aと、棒状陽極27bの端部に設けられたターゲット27cを収容するターゲット収容部27dと、ターゲット27cの反射面に向けて電子線を出射する電子銃27kを収容する電子銃部27eとを備えている。

[0017] このバルブ部27aとターゲット収容部27dとは同軸に配置されており、この軸線に対して電子銃部27eの軸線は略直交している。また、棒状陽極27bの基端部は、高電圧印加部27gとしてバルブ部27aの下部から下方に突出している。

[0018] この高電圧印加部27gの下部にはソケット33が接続されており、ソケット33は、高圧電源部17の導線25bを介して高圧供給回路23に電氣的に接続されている。このような構成により、X線管27には、導線25bを介して高圧供給回路23から高電圧が供給される。そして、X線管27が高電圧の供給を受けた状態で、電子銃部27e内の電子

銃27kがターゲット27cに向けて電子を出射すると、ターゲット27cからX線が発生し、このX線がターゲット収容部27dの開口部に設けられたX線照射窓27hから照射される。

- [0019] なお、X線管27は、密封型であり、その内部を真空にして封止されている。例えばX線管27には、図示しない排気管が設けられており、この排気管を介してバルブ部27a、ターゲット収容部27dおよび電子銃部27eの内部が真空引きされた後、排気管を封止することによって密封される。
- [0020] 金属筒29は、高圧電源部17の上面から上方に突出して設けられており、X線管27を包囲する円筒形に形成されている。金属筒29は、X線管27から発生する熱を効率よく放散させるために、放熱性に優れた金属（例えば、アルミニウム）からなると共に、水平方向に延びる複数の冷却フィン29aが周囲に設けられている。冷却フィン29aは、金属筒29の周面で円周方向に延びる凸条部として設けられ、金属筒29の表面積を拡大するものであり、X線管27から発生する熱を効率よく放散させることができる。
- [0021] この金属筒29の先端面には開口29jが形成され、この開口29jからX線管27のバルブ部27aが挿入され、金属筒29の内部空間には、液状の電気絶縁性物質である絶縁オイル31が注入されている。そして、X線管27のバルブ部27aとターゲット収容部27dとの間には取付フランジ27fが形成されており、この取付フランジ27fによってX線管27は金属筒29の先端面に固定され、バルブ部27aは絶縁オイル31に浸漬されている。この絶縁オイル31の採用によって、X線管27のバルブ部27aが絶縁オイル31で包囲され、X線管27からの外部への放電が防止されている。
- [0022] 続いて、制御部7について説明する。図4は、この制御部7の断面図である。図1および図4に示すように、制御部7は、制御部収容空間R2内に設けられ、第1回路基板35、第2回路基板37、および駆動電源部39を有している。この第1回路基板35は、高圧電源部17で発生させ得る電圧を、高電圧（例えば160kV）から低電圧（例えば0V）までコントロールしている。さらに、第1回路基板35は、電子銃部27eにおける電子の放出のタイミングや管電圧、管電流などのコントロールを行う。第2回路基板37は、外部からの制御信号に基づいて第1回路基板35の動作をコントロールする。駆動電源部39は、外部から供給される電力をAC/DC変換（またはDC/DC変換）す

るコンバータであり、これら第1回路基板35および第2回路基板37に駆動電力を供給するとともに、X線発生部5の高圧トランス19に高電圧を発生させるための電力を供給する。なお、これらの第1回路基板35、第2回路基板37、駆動電源部39およびX線発生部5は、適宜、図示しない導線によって互いに電氣的に接続されている。

[0023] この制御部7にあっては、第1回路基板35、第2回路基板37および駆動電源部39が、制御部収容空間R2内にコンパクトに収容され、かつ、確実に固定されることが好ましい。このため、制御部7には、制御部収容空間R2内に、熱伝導性の金属(例えば、アルミニウム)からなる回路基板ホルダー49が設けられ、この回路基板ホルダー49に、第1回路基板35、第2回路基板37、および駆動電源部39が支持された構造をなしている。

[0024] 回路基板ホルダー49は、熱伝導性の金属からなる第1プレート(第1の部材)45と、第2のプレート(第2の部材)47とからなる。第1プレート45は、底板3aに対して傾斜して立設させた第1平板部46を有しており、第2プレート47は、底板3aに対して略垂直に立設させた第2平板部48を有している。この第1プレート45および第2プレート47は、下端がネジ49aによってそれぞれ底板3aに固定されており、プレート45、47の上端同士が重ねられた状態でネジ49bによって連結されている。

[0025] そして、第1平板部46は、第1回路基板35を取り付けるための第1取付面45aを有しており、第2平板部48は、第2回路基板37を取り付けるための第2取付面47bおよび第2取付面47bの裏面である第3取付面47cを有している。このように回路基板ホルダー49は山形構造をなすことで、回路基板ホルダー49自体の機械的強度を維持しつつ、回路基板ホルダー49に取り付けられる回路基板35、37を底板3aに対して確実に固定することができる。

[0026] また、第2プレート47の下部は、筐体3の側壁3fに近づくようにL字状に屈曲しており、高圧電源部17の高圧トランス19は第2プレート47と第1プレート45との間に位置するようになっている。

[0027] 第1回路基板35は、スペーサ51を介して第1プレート45の第1取付面45aに沿って取り付けられている。同様に、第2回路基板37は、スペーサ51を介して第2プレート47の第2取付面47bに沿って取り付けられ、駆動電源部39は、第2プレート47の第

3取付面47cに沿ってスペーサ51を介して取り付けられている。

[0028] この回路基板ホルダー49の第1取付面45aは、底板3aに対して傾斜して設けられているので、第1回路基板35を傾けたまま制御部収容空間R2に収めることができ、X線源1の低背化に寄与している。また、回路基板ホルダー49が第1プレート45および第2プレート47の2部材で構成されていることから、第1～第3取付面45a、47b、47cに回路基板35、37および駆動電源部39を取り付けた後に、第1プレート45と第2プレート47とをネジ止めによって連結させることで駆動電源部39を第1プレート45と第2プレート47との間に配置し、回路基板ホルダー49を完成させることができるので、制御部7の組付け作業性が向上する。

[0029] このようなX線源1は、運転中に、X線管27が発熱するので、X線管27および金属筒29が加熱される。このX線管27の発熱は、X線照射の出力が高いほど大きくなり、X線管27が高温になると、他の部品に悪影響を及ぼすとともに、X線管27の出力低下を招いてしまうので、X線管27を効率よく冷却すべく金属筒29を効率よく冷却する必要がある。

[0030] そこで、X線源1においては、図1に示すように、金属筒29を含むX線発生部5を筐体3の内部へ格納し、筐体3の底板3aに対し直交する方向に起立する側壁(第2の壁)3bに冷却ファンユニット55を設け、筐体3内で冷却風を流動させることによって、金属筒29を冷却することになっている。

[0031] 図1および図4に示すように、この筐体3は、底板3aに平行に延びるとともに、X線管27からのX線を外部に照射するための開口(照射部)3jが設けられた上壁(第1の壁)3cを有している。この開口3jは、X線管27の照射窓27hに対応する位置に設けられ、照射窓27hを外部に露出させている。また、筐体3では、上壁3cと側壁3bとを連結する壁が傾斜壁3dとして形成されている。さらに、側壁3bに対向する側壁3fと、上壁3cと、を連結する壁も同様に傾斜壁3eとされている。上壁3cに対する傾斜壁3dと傾斜壁3eとの傾斜の程度は、互いに異なってもよく、同じであってもよい。

[0032] 冷却ファンユニット55は上述のように筐体3の側壁3bに設けられており、側壁3bに垂直な軸線を中心として回転する冷却ファン55aを有している。冷却ファン55aは回転することにより、筐体3外部から内部へ向けて空気を導入する。冷却ファン55aは、

冷却風が直接X線発生部5に当たるようにX線発生部5の近傍に位置している。

[0033] この冷却ファン55aにより筐体3の内部に取り込まれた空気は、冷却風としてX線発生部収容空間R1で流動し、金属筒29にムラなく当たりながら、金属筒29の周囲を通過しつつ、側壁3fの方向に流れていくことになる。そして、金属筒29の周囲を通過する冷却風は、冷却フィン29aにより案内されて円滑に水平方向に流動しながら、十分な伝熱面積をもって金属筒29と接触し、金属筒29から効率よく熱を除去していく。その結果、金属筒29を効率よく冷却することができ、金属筒29に包囲されたX線管27を効率よく冷却することができる。そして、金属筒29がムラなく冷却風に接触し、冷却されるので、X線管27の温度ムラによる出力変動や出力低下を抑制することができる。その後、金属筒29から熱を受け取って温度が上昇した冷却風は、傾斜壁3eに設けられた排気口3kを通じて外部に排出される。

[0034] このとき、上壁3cと側壁3bとを連結する壁が傾斜壁3dとされていることから、冷却風の淀みが抑制され、筐体3内でのスムーズな冷却風の流れを生成することができる。その結果として、金属筒29の周囲にスムーズに冷却風が流動し、効率よく金属筒29を冷却することができる。なお、筐体3の上壁3cと側壁3fとを連結する壁も同様に傾斜壁3eとされているので、このことも冷却風のスムーズな流動に寄与している。以上のように、X線源1では、金属筒29を効率よく冷却することで、X線管27を効率よく冷却できるので、X線源の高出力化が可能となる。

[0035] なお、X線源1は、制御部収容空間R2側の側壁3bの一部に、パソコン等と接続されるコネクタ部(図示せず)を有しており、X線源1にはこのコネクタ部を介してパソコン等からの制御情報等に関する信号の入出力が行われる。底板3aを除いた筐体3のうち、冷却ファンユニット55やコネクタ部(図示せず)は、制御部7等との配線接続を有しているので、筐体3の他の部位と別部材になっていると、X線源1の整備等の面において好ましい。本実施形態においては、冷却ファンユニット55やコネクタ部(図示せず)は、底板3aに固定されて制御部7と配線接続されている。

[0036] なお、X線源1の筐体3には、傾斜壁3dおよび傾斜壁3eが形成されていることで、以下のような効果も得られる。この傾斜壁3d、3eが形成されない場合には、上壁3cと側壁3b、3fとの間に角部が形成されることになる。ここで、そのようなX線源によって

検査対象物を傾けた状態の透視画像を取得する場合には、傾けた検査対象物が角部に当たるため、照射窓27hと検査対象物とを十分に近接させることが出来ない。これに比してX線源1にあっては、このような角部が存在しないため、検査対象物をより照射窓27hに近接させることができる。このため、より拡大率の大きい検査対象物の透視画像を得ることができる。

[0037] また、このようなX線源1にあっては、制御部7の第1および第2回路基板35、37および駆動電源部39には様々な電子部品が実装されている。各部品の動作特性を安定させるにあたって、これらの部品を冷却することが必要である。特に、駆動電源部39は、AC/DC変換(またはDC/DC変換)を行う際に大量の熱を発生するので、効率的に冷却することが必要である。

[0038] そこで、筐体3における仕切壁15は、X線発生部収容空間R1と制御部収容空間R2とを完全に隔絶せず、金属筒29と制御部7との間を仕切り、仕切壁15の下方には、X線発生部収容空間R1と制御部収容空間R2とを連通する通風口59が設けられている。このように、金属筒29と制御部7との間が仕切壁15によって仕切られているため、金属筒29の冷却後に高温となった冷却風が、制御部収容空間R2へ直接流入することが抑制できる。また、金属筒29から発せられる放射熱が仕切壁15によって遮断され、制御部7に直接伝播されることが抑制できる。その結果、制御部7の温度上昇を抑制することができ、制御部7の各回路基板35、37の動作を安定させることができる。それと同時に、通風口59によってX線発生部収容空間R1と制御部収容空間R2とが連通されていることから、冷却ファン55aによって発生する冷却風の一部が通風口59を通じて制御部収容空間R2に流入するので、この冷却風によって制御部7を冷却することができる。

[0039] このとき、回路基板ホルダー49が上述のように構成されていることから、図4に示すように、制御部収容空間R2には、第1プレート45と第2プレート47と底板3aとで囲まれたトンネル部R2aが形成される。このトンネル部R2aは、冷却風が通風口59を通じて流入して来る方向(図4の紙面に垂直な方向)に延びているので、冷却風の通風路として機能する。したがって、トンネル部R2aに集中するような、スムーズな冷却風の流動が発生する。そして、このトンネル部R2a内には、駆動電源部39が存在している

ので、駆動電源部39で発生する熱が冷却風によって効率よく除去され、駆動電源部39を集中的にかつ効率良く冷却することができる。その結果、駆動電源部39の動作特性を安定させることができる。

[0040] また、高圧トランス19は、制御部17の方向に向かって絶縁ブロック21から突出して設けられており、トンネル部R2a内に位置することから、高圧トランス19も、このトンネル部R2aを流動する冷却風に接触することとなる(図2参照)。よって、高温となる高圧トランス19もこの冷却風によって効率よく冷却される。そして、駆動電源部39および高圧トランス19から熱を受け取って温度が上昇した冷却風は、筐体3の側壁3gに設けられた排気口3h(図1および図2参照)を通じて外部に排出される。

[0041] また、このとき、通風口59を通じて制御部収容空間R2に流入して来た冷却風は、その一部が回路基板ホルダー49の外側の空間R2bにも流入し、この外側空間R2bで構成された通風路内には、第1回路基板35および第2回路基板37が存在しているので、空間R2bを流動する冷却風によって回路基板35、37が冷却される。

[0042] このように、第1回路基板35および第2回路基板37を冷却する冷却風と、駆動電源部39および高圧トランス19を冷却する冷却風とがそれぞれ別の通風路を流動することから、これらの冷却風が混合されることが回路基板ホルダー49によって抑制される。これにより、大量の熱を発生する駆動電源部39および高圧トランス19が効率よく冷却される一方で、駆動電源部39および高圧トランス19の冷却により温度が上昇した冷却風がトンネル部R2aへ流入して第1回路基板35および第2回路基板37の温度が却って上昇してしまうことを抑制することができる。その結果、第1回路基板35および第2回路基板37の各部品の動作特性を安定させることができる。

[0043] なお、これらの第1回路基板35、第2回路基板37および駆動電源部39は、スペーサ51を介して各取付面45a、47b、47cから浮いた状態で取り付けられていることから、冷却風が、第1回路基板35、第2回路基板37および駆動電源部39の表裏双方に接触することになる。よって、このような取り付け方も、第1回路基板35、第2回路基板37および駆動電源部39の効率の良い冷却に寄与している。

[0044] また、第1回路基板35の部品の中で、パワートランジスタ61(図2参照)は、比較的大きな熱を発生するので、第1回路基板35から離し、高圧電源部17と冷却ファンユ

ニット55との間に設けられた金属製のヒートシンク63に密着させて設置されている。このとき、パワートランジスタ61は、図示しない配線により第1回路基板35と電氣的に接続されることで、第1回路基板35の一部品として機能する。このような配置により、ヒートシンク63が冷却ファン55aからの冷却風を受けて冷却され、ヒートシンク63に密着したパワートランジスタ61が間接的に冷却される。このように、特に大きい熱を発生する部品を回路基板本体側から遠ざけて個別に冷却することにより、効果的に制御部7の温度上昇を抑制することができる。

(第2実施形態)

[0045] 図5にその正面図を示すように、X線源71は筐体73を備えている。この筐体73には、X線発生部收容空間R1と制御部收容空間R2とを仕切る仕切壁75が、筐体73の内壁から延びて形成されている。すなわち、筐体73の内部空間は、仕切壁75によって、X線発生部收容空間R1と制御部收容空間R2とに隔絶されており、両空間の間では、互いに冷却風が流入、流出しないようになっている。このようなX線源71の構成によれば、冷却ファン55aによってX線発生部收容空間R1内に冷却風を流動させ、金属筒29を含むX線発生部5を集中的に冷却することができると共に、高温となった冷却風が制御部收容空間R2へ流入することを確実に抑制することができる。

[0046] また、X線源71は、筐体73の制御部收容空間R2側に、冷却ファンユニット55とは別の冷却ファンユニット77を備えている。この冷却ファンユニット77と、他の冷却ファンユニット55とは並置されており、冷却ファン77aで発生する冷却風が直接第1回路基板35に当たるように、第1回路基板35の近傍に冷却ファン77aを配置している。このような構成により、冷却ファン55aによってX線発生部收容空間R1内に冷却風を流動させ、X線発生部5を集中的に冷却すると同時に、冷却ファン77aによって制御部收容空間R2内に冷却風を流動させ、制御部7を集中的に冷却することができる。このように、X線発生部收容空間R1と制御部收容空間R2とをそれぞれ個別に冷却することで、金属筒29を含むX線発生部5および駆動電源部39を含む制御部7を効率よく冷却することができる。なお、この場合、パワートランジスタ61およびパワートランジスタ61を冷却するための金属製のヒートシンク63は、制御部收容空間R2の冷却ファン77aの近傍に配置すると、冷却効率が高くなり好ましい。

[0047] 以上のように、X線源71によっても、金属筒29を効率よく冷却することで、X線管27を効率よく冷却できるので、X線源の高出力化が可能となり、制御部7の駆動電源部39を効率よく冷却することで、駆動電源部39の各部品の動作特性を安定させることができる。

(第3実施形態)

[0048] 図6に示すように、X線源91における制御部7は、互いに独立したプレート81、83で構成される回路基板ホルダー85を介して回路基板35、37を底板3aに固定する構造をなしている。このようなX線源91によっても、プレート81とプレート83との間の空間を流動する冷却風によって、駆動電源部39が効率よく冷却される。なお、このプレート81、83は、上壁3cに達するまで延び、上壁3cに接触してもよい。

[0049] なお、本発明は、上記実施形態に限定されない。例えば、回路基板ホルダー49は、ネジ止めに限らず、溶接や接着によって底板3aに固定されてもよい。また、回路基板ホルダー49は、筐体3の底板3a以外の部分に固定されてもよく、筐体3に固定された部材に固定されてもよい。また、第1プレート45と第2プレート47とは、ネジ等の締結手段によって連結されることが、組付け作業性を向上する上で好ましいが、これに限らず、第1プレート45と第2プレート47とは、溶接や接着によって連結されてもよい。回路基板ホルダー49は、1部材あるいは、第1プレート45と第2プレート47との2部材から構成される形態に限らず、さらに多数の部材を組み合わせ形成されてもよい。この場合、平板からなる多数の部材を組み合わせ回路基板ホルダーを形成することで、屈曲の加工を省略することもできる。また、回路基板ホルダー49は熱伝導性の金属に限らず、樹脂製であってもよい。

[0050] また、上記実施形態では、冷却ファン55a、77aとして、筐体の外部から内部へ空気を送り込む吸気タイプの冷却ファンを用いているが、冷却ファン55a、77aは、筐体の内部から外部へ空気を送り出す排気タイプであってもよい。

[0051] また、冷却ファン55aの配置は側壁3bに限らず、第1平板部45と第2平板部47との間で冷却風を流動させるような位置であれば、他の部位に設けてもよい。例えば、筐体3に通風口を設け、その通風口の近傍かつ筐体3内部に冷却ファンを配置することで、第1平板部45と第2平板部47との間で冷却風を流動させてもよい。また、例えば

、駆動電源部39が存在するトンネル部R2aの空気を筐体3外に送り出すように、側壁3gに排気タイプの冷却ファンを配置してもよい。

[0052] また、X線源1は、複数の冷却ファンを備えてもよい。この場合、同じタイプの冷却ファンを複数配置してもよいが、吸気タイプの冷却ファンと排気タイプの冷却ファンとの組合せとすることができる。例えば、X線発生部収容空間R1の、側壁3bの冷却ファン55aに加えて、その略対向する側の壁(特に傾斜壁3e)に排気タイプの冷却ファンを設けることができる。また、例えば、制御部収容空間R2の、側壁3bの冷却ファン77aに加えて、その略対向する側の壁(特に側壁3f)や、側壁3gに排気タイプの冷却ファンを設けることができる。

[0053] また、X線発生部収容空間R1と制御部収容空間R2とが区画されない場合において、X線発生部収容空間側R1に吸気タイプの冷却ファンを設け、制御部収容空間R2側に排気タイプの冷却ファンを設けてもよく、X線発生部収容空間側R1に排気タイプの冷却ファンを設け、制御部収容空間R2側に吸気タイプの冷却ファンを設けてもよい。例えば、X線発生部収容空間R1側の吸気タイプの冷却ファン55aに加えて、制御部収容空間R2に冷却ファンを設ける場合、駆動電源部39を有するトンネル部R2aの空気を筐体外にスムーズに送り出せるように、側壁3gに排気タイプの冷却ファンを配置してもよい。

[0054] また、X線管27は、密封型X線管であってもよく、開放型X線管であってもよい。また、X線管27は反射型ターゲットタイプでなく、透過型ターゲットタイプであってもよい。X線管27は、全体が金属筒29に収容されてもよく、この場合、X線管27からのX線を外部へ照射するために、金属筒29には、X線透過性の高い部位を設けることができる。また、X線管27の一部は、金属筒29から突出し、かつ、更に筐体3から突出していてもよい。X線管27を包囲する金属筒29には、冷却フィン29aが設けられなくてもよい。また、X線発生部5は、筐体3内に収容されなくてもよい。

[0055] また、以上に述べた各構成は、本発明の趣旨を逸脱しない限り、互いに組合せることが可能である。

産業上の利用可能性

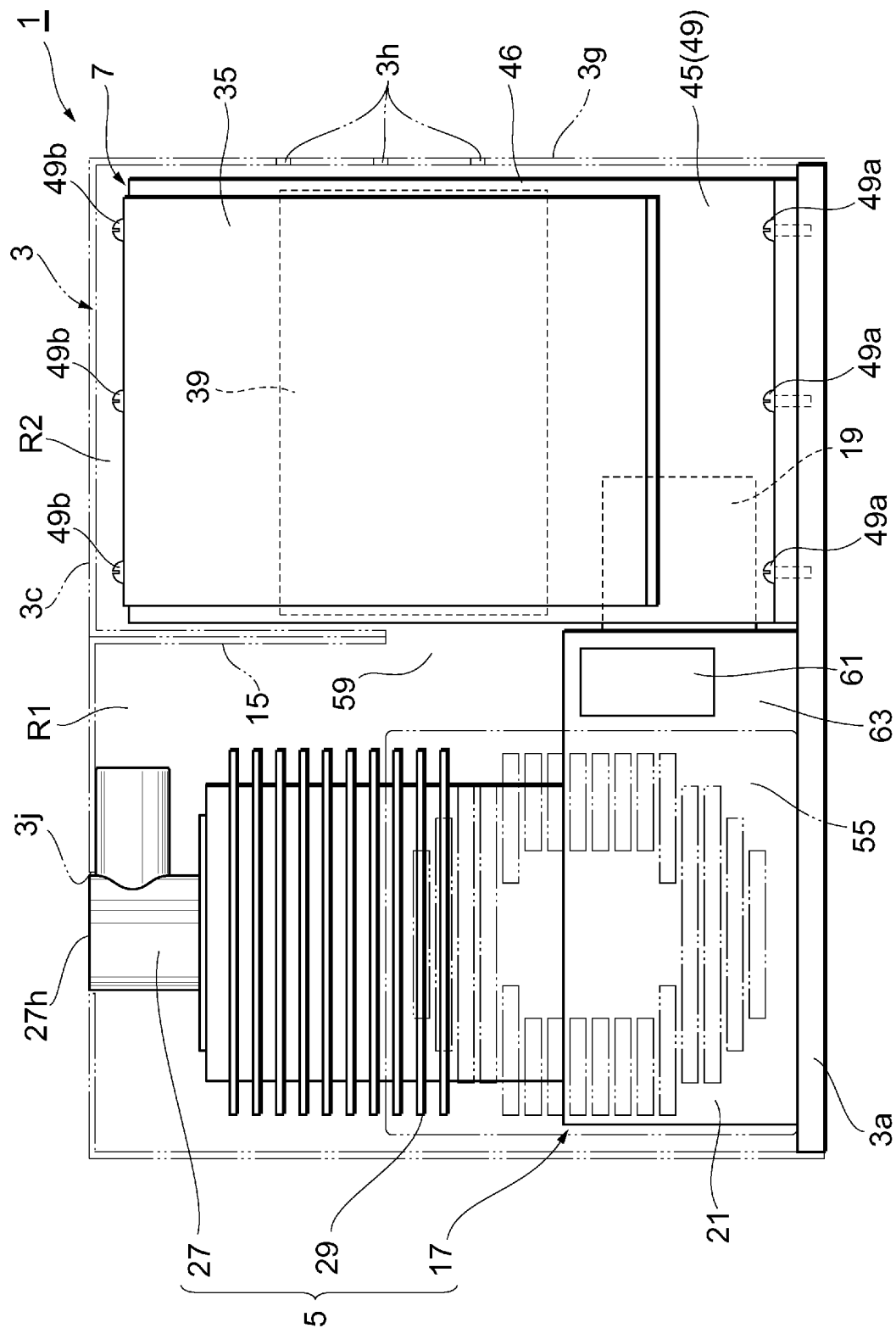
[0056] 本発明に係るX線源は、X線非破壊検査装置等に用いるマイクロフォーカス型X線

源として好適である。

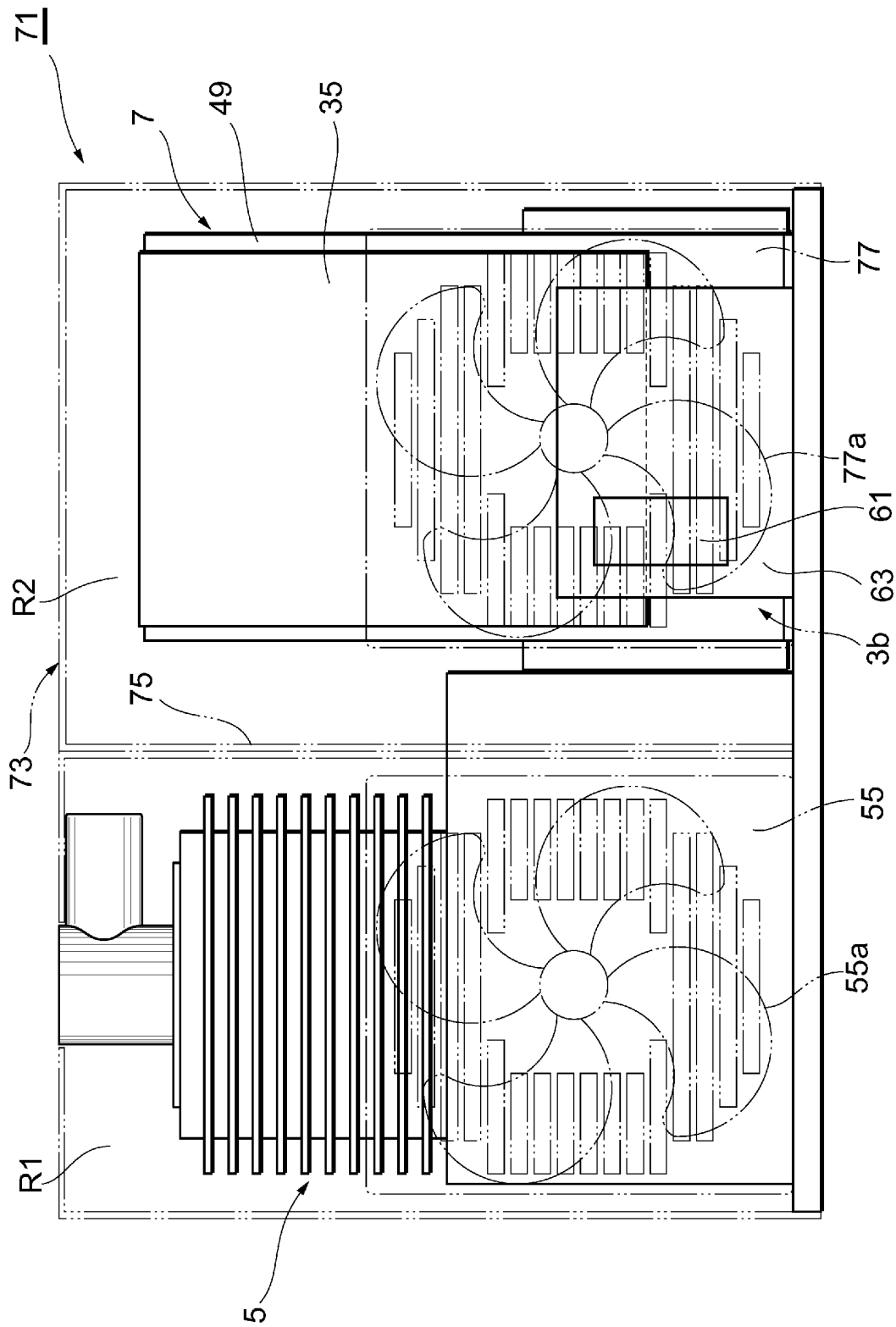
請求の範囲

- [1] X線管を有してX線を外部に照射するX線発生部と、
前記X線管の駆動を制御する制御回路を有する回路基板と、
筐体と、
前記筐体内に収容されて前記回路基板を支持するとともに、対向する第1の平板部と第2の平板部とを有する回路基板ホルダーと、
前記第1の平板部と前記第2の平板部との間に収容されて、前記X線発生部に駆動電力を供給する駆動電源部と、
前記第1の平板部と前記第2の平板部との間に冷却風を流動させる冷却ファンと、
を備えていることを特徴とするX線源。
- [2] 前記回路基板ホルダーは、前記第1の平板部を有する第1の部材と、前記第2の平板部を有する第2の部材とを連結して構成されていることを特徴とする請求項1に記載のX線源。

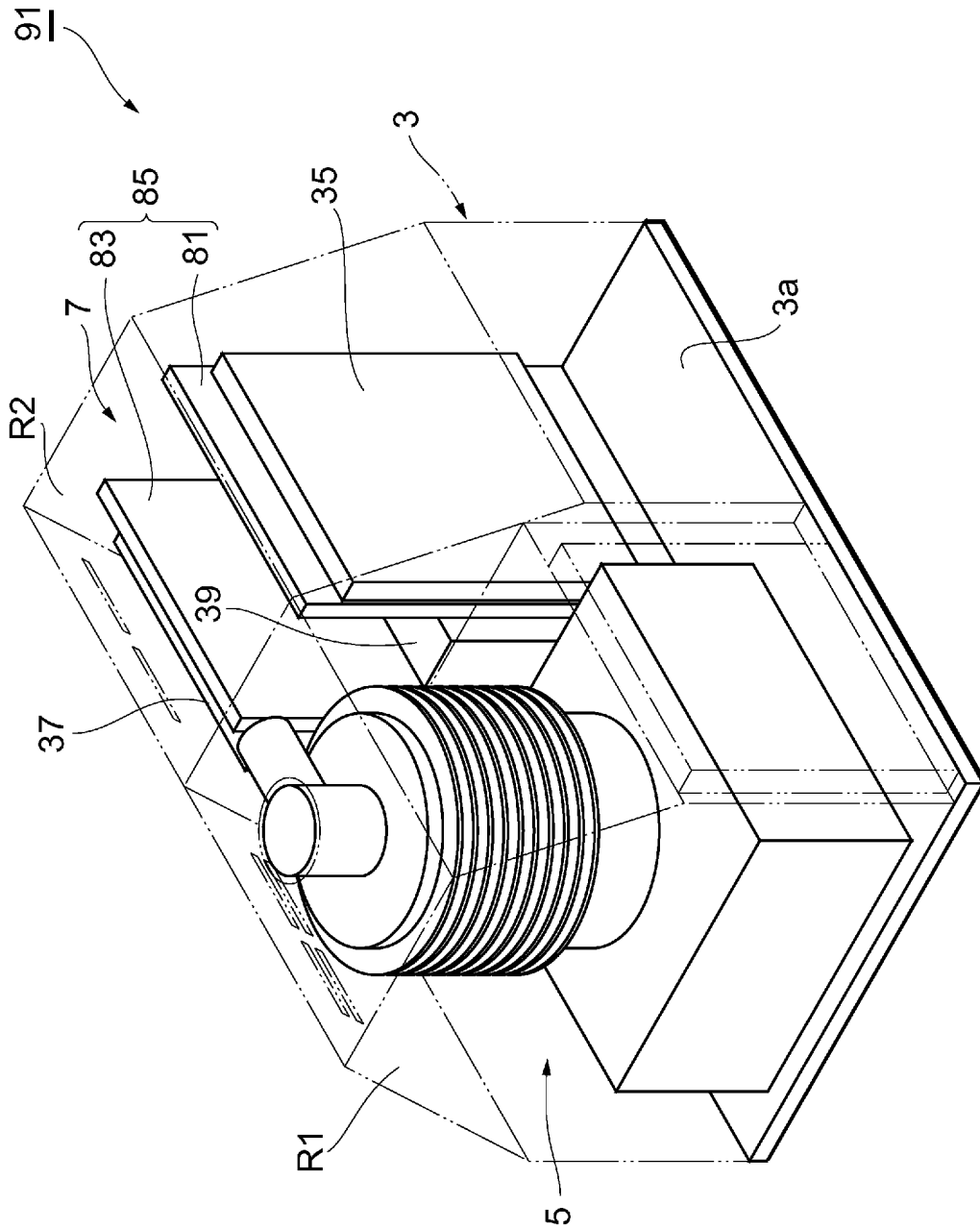
[図2]



71



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/015649

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05G1/02 (2006.01)				
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) H05G1/02 (2006.01)				
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 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005				
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.		
A	JP 7-29532 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 31 January, 1995 (31.01.95), (Family: none)	1, 2		
A	JP 2004-22459 A (Anritsu Sanki Shisutemu Kabushiki Kaisha), 22 January, 2004 (22.01.04), (Family: none)	1, 2		
A	JP 2001-318062 A (Anritsu Corp.), 16 November, 2001 (16.11.01), (Family: none)	1, 2		
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.				
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> "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 </td> </tr> </table>			* 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
* 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 03 October, 2005 (03.10.05)		Date of mailing of the international search report 18 October, 2005 (18.10.05)		
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer		
Facsimile No.		Telephone No.		

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ H05G1/02 (2006.01)		
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 (IPC)) Int.Cl. ⁷ H05G1/02 (2006.01)		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005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 請求の範囲の番号
A	JP 7-29532 A (浜松ホトニクス株式会社) 1995.01.31 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 2004-22459 A (アンリツ産機システム株式会社) 2004.01.22 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 2001-318062 A (アンリツ株式会社) 2001.11.16 (ファミリーなし)	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 03.10.2005	国際調査報告の発送日 18.10.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 小田倉 直人 電話番号 03-3581-1101 内線 3290	2Q 9163