

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6635605号
(P6635605)

(45) 発行日 令和2年1月29日 (2020.1.29)

(24) 登録日 令和1年12月27日 (2019.12.27)

(51) Int. Cl. F I

H O 1 J	5/42	(2006.01)	H O 1 J	5/42	
G O 1 T	7/00	(2006.01)	G O 1 T	7/00	A
H O 5 K	1/11	(2006.01)	H O 5 K	1/11	H
H O 1 R	12/57	(2011.01)	H O 1 R	12/57	

請求項の数 8 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2017-197477 (P2017-197477)	(73) 特許権者	503359821
(22) 出願日	平成29年10月11日 (2017.10.11)		国立研究開発法人理化学研究所
(65) 公開番号	特開2019-71245 (P2019-71245A)		埼玉県和光市広沢 2 番 1 号
(43) 公開日	令和1年5月9日 (2019.5.9)	(74) 代理人	110001933
審査請求日	令和1年8月7日 (2019.8.7)		特許業務法人 佐野特許事務所
早期審査対象出願		(72) 発明者	松田 祐二
			埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 国立研究開発法人理化学研究所内
		(72) 発明者	亀島 敬
			埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 国立研究開発法人理化学研究所内
		(72) 発明者	菅田 修身
			埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 国立研究開発法人理化学研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電流導入端子並びにそれを備えた圧力保持装置及びX線撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに対向する第 1 面及び第 2 面を有して気圧の異なる環境間を気密に隔てる樹脂製の基板を備えた電流導入端子において、

前記第 1 面及び前記第 2 面間を貫通して、前記第 1 面に実装すべき第 1 表面実装型コネクタの複数の金属端子と前記第 2 面に実装すべき第 2 表面実装型コネクタの複数の金属端子とに共通に対応した複数の貫通ビアホールを設けた後、各貫通ビアホールの穴部に樹脂を充填し、

前記貫通ビアホールごとに前記樹脂が充填された前記穴部を両面から隙間なく覆うよう、第 1 金属膜パッド群を前記第 1 面に形成すると共に第 2 金属膜パッド群を前記第 2 面に形成し、

前記第 1 金属膜パッド群と、前記第 1 金属膜パッド群に前記複数の貫通ビアホールを通じて直線的に接続された前記第 2 金属膜パッド群とに対して、夫々、前記第 1 及び第 2 表面実装型コネクタの金属端子を実装した

ことを特徴とする電流導入端子。

【請求項 2】

当該電流導入端子は、チャンバーの気密性を保持しつつ前記チャンバー内に電流を導入し、

前記基板は、前記チャンバー外の環境下に位置するべき前記第 1 面及び前記チャンバー内の環境下に位置するべき前記第 2 面を互いに対向する 2 面として有して、前記チャンバ

10

20

ー外の環境と前記チャンバー内の環境を隔てる絶縁基板であることを特徴とする請求項 1 に記載の電流導入端子。

【請求項 3】

前記第 1 金属膜パッド群、前記複数の貫通ビアホール及び前記第 2 金属膜パッド群から成る組が、前記基板に対し複数組設けられ、組ごとに前記第 1 表面実装型コネクタ及び前記第 2 表面実装型コネクタを前記基板に実装したことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電流導入端子。

【請求項 4】

前記第 2 表面実装型コネクタの金属端子のピッチは、前記第 1 表面実装型コネクタの金属端子のピッチと一致している

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電流導入端子。

【請求項 5】

前記貫通ビアホールごとに前記樹脂が充填された前記穴部を両面から隙間なく覆う第 1 及び第 2 金属膜パッドを前記第 1 面及び前記第 2 面に設け、これにより前記複数の貫通ビアホールに対応する前記第 1 金属膜パッド群及び前記第 2 金属膜パッド群を前記第 1 面及び前記第 2 面に形成した

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかのに記載の電流導入端子。

【請求項 6】

前記第 1 金属膜パッド群及び前記第 2 金属膜パッド群を構成する各金属膜パッドは、銅とニッケルと金を積層した金属膜から成る

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 の何れかのに記載の電流導入端子。

【請求項 7】

チャンバーと電流導入端子とを含む複数の部品を結合して形成され、前記チャンバー内の気圧を前記チャンバー外の気圧と異なる気圧に保つ気圧保持装置において、

前記電流導入端子として、請求項 1 ～ 請求項 6 の何れかに記載の電流導入端子を用いたことを特徴とする気圧保持装置。

【請求項 8】

外部空間に対して内部の気圧が低く保たれたチャンバー内に複数の X 線イメージセンサが配置され、

各 X 線イメージセンサに対する信号処理回路が前記チャンバー外に設けられ、

前記チャンバーの気密性を保持しつつ前記複数の X 線イメージセンサと前記信号処理回路とを導通させる電流導入端子として請求項 1 ～ 請求項 6 の何れかに記載の電流導入端子を用いた

ことを特徴とする X 線撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電流導入端子並びにそれを備えた圧力保持装置及び X 線撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

放射光施設は指向性と輝度が高い X 線を発生させる超大型の X 線光源であり、物質科学、生命科学から基礎物理に至る広い分野において強力な観察及び分析ツールとして用いられる。この光源性能を活かすために、高い計測精度を有し高速動作する X 線検出装置が必要とされる。特に、広範囲の X 線信号を同時に計測できる X 線イメージング装置は汎用性の高いツールとして使用されており、被解析物質を透過した極短波長の放射光を従来技術の限界を超えて高速で撮像することが要求されている。

【0003】

X 線イメージング装置が有する半導体 X 線イメージセンサの高速化、高ダイナミクスレンジ化及び高解像度化に伴い、出力する画像データサイズが著しく肥大化している。これに対応するために、半導体 X 線イメージセンサへのデータ出力線端子数の増大と出力信号

10

20

30

40

50

の高周波化が進んでいる。

【 0 0 0 4 】

半導体 X 線イメージセンサでは、センサの母材である半導体結晶の欠陥や放射線損傷により、背景信号を生じる。この背景信号の強さはセンサが発熱すると大きくなる。また、半導体 X 線イメージセンサは高速動作するほど発熱する。通常、これを抑制するために半導体 X 線イメージセンサをマイナス数十度まで冷却して、実信号と背景信号との比を改善する。この時、センサ表面の結露による電気短絡を防ぐため半導体 X 線イメージセンサを密閉容器内に封止して真空又は乾燥雰囲気下で動作させることが一般的である。この時、イメージセンサの駆動線の密閉容器内導入及びデータ出力線を真空容器外へ導出するための気密端子（一般的に電流導入端子又はフィードスルーと呼称される）が必要となる。

10

【 0 0 0 5 】

X 線イメージング装置の大面積及び高解像度化実現の選択肢として、図 2 4 に示す如く、複数の半導体 X 線イメージセンサを二次元方向に敷き詰めて X 線イメージセンサアレイを構築する手法がある。半導体 X 線イメージセンサはそれぞれ独立して駆動及びデータの出力を行い、後段のデータ解析装置でデータを収集及び同期させる。この場合、X 線イメージセンサアレイ後段に配置されるそれぞれの電流導入端子及びセンサ駆動 / データ読出装置等は互いに干渉しないように設置スペースが半導体 X 線イメージセンサ面積以下に制限される。

【 0 0 0 6 】

このように、放射光輝度と X 線イメージング装置の急速な発展に伴い、上述の事項に対応できる、高速信号伝送及び省スペース高密度配線を兼ね備えた電流導入端子が求められる状況にある。

20

【 0 0 0 7 】

上述の如く、封止されたチャンバー（容器）内にチャンバー外から電流を導入するために電流導入端子が用いられる。電流導入端子は、真空又は高圧等を用いる実験などにおいて、チャンバー内の機器に対する電力供給や制御を行うために、不可欠の要素である。

【 0 0 0 8 】

チャンバー外が約 1 気圧の大気圧であって且つチャンバー内が真空又は高圧のように、チャンバー内外で圧力差（気圧差）がある場合が主であり、圧力差に耐えるために、チャンバーは厚い金属で作られることが多い。このため、電流導入端子はチャンバー内外でリークを生じさせないことが要求されると共に、金属で形成されたチャンバーと電氣的に絶縁されていることが要求される。

30

【 0 0 0 9 】

図 2 5 に、真空チャンバーに用いられる従来の電流導入端子 9 0 0 の断面図を示す。図 2 5 の電流導入端子 9 0 0 は、フランジ 9 0 1、絶縁板 9 0 2 及び配線端子 9 0 3 にて構成され、配線端子 9 0 3 は、必要数だけ設けられる。図 2 5 では、例として 8 つの配線端子 9 0 3 が示されている。フランジ 9 0 1 の中央に絶縁板 9 0 2 が接合及び固定され、絶縁板 9 0 2 に設けられた挿入穴にピン構造を有する配線端子 9 0 3 が挿入及び固定される。電流導入端子 9 0 0 は、真空と大気圧とを隔てる隔壁の一部として真空チャンバーに結合され、フランジ 9 0 1、絶縁板 9 0 2 及び配線端子 9 0 3 間の各境界は、真空チャンバーの気密性を保つために封止される。

40

【 0 0 1 0 】

封止に関する第 1 従来方法では、絶縁板 9 0 2 としてアルミナ（ Al_2O_3 ）によるセラミックスを用い、セラミックスと配線端子 9 0 3 とをロウ付けすることで、それらの境界を封止する。この際、セラミックスにはロウが付きづらいので、ロウ付け前に、メタライズ処理にてセラミックス表面に金属皮膜を形成する。

【 0 0 1 1 】

封止に関する第 2 従来方法では、絶縁板 9 0 2 にコパールガラスを用いると共に、コパールガラスと熱膨張率が近いコパールを用いて配線端子 9 0 3 を形成し、絶縁板 9 0 2 及び配線端子 9 0 3 間の境界を熔着することで封止する。第 2 従来方法は、機械強度及び熱

50

付加に関して、第1従来方法よりも弱い（圧力付加又は温度変化による割れが懸念される）。

【0012】

また、非特許文献1にもピン構造を採用した電流導入端子が示されている。

【0013】

また、特許文献1では、セラミックプリント基板に設けられたビアホールに対し導電性ペーストを注入し気密端子を形成するフィードスルーが開示されている。特許文献1では、“As indicated at 252 of FIG. 2B, one or more via holes may be formed into the green ceramic sheet.”、及び、“Thereafter, a conductive paste may fill in the via holes, as indicated at 254 of FIG. 2B.”と記載されている（特許文献1のcolumn 4の後半参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0014】

【特許文献1】米国特許第9591770号明細書

【非特許文献】

【0015】

【非特許文献1】“PCB Mounted Epoxy Vacuum Feedthroughs”、[online]、BEL I LOVE Company-Engineers、[平成29年4月19日検索]、インターネット<URL: http://heater.belilove.com/article_192_Circuit-Board-Mounted.cfm>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

セラミックスプリント基板を利用する手法では、複数のセラミックグリーンシートにビアホールや配線パターンを設け、所定の厚みまでシートを積層し焼結するという工程が必要となるため、技術的難易度及び製造コストが著しく高く、その量産は困難である。故に、民生機器への普及が進まない状況にあり、例えば、多量の電流導入端子を必要とする高解像度X線イメージング装置への適用は現実的ではない。また、セラミックスという材料の電気特性として比誘電率が大きく、信号の高周波化という点で樹脂材料基板と比較して不利であり、例えば、高速X線イメージング装置への適用に対し高周波特性が不十分である。

【0017】

従って、これら従来の端子板構造では、限られたスペースにおいて高速及び高解像度X線イメージセンサからの広帯域信号をGbpsオーダーの高周波で導出する電流導入端子を数十個必要とするようなX線イメージング装置の要求を満たすことができない。即ち例えば、2123万画素のイメージセンサアレイからフレームレート20.88KHzで画像信号を読み出すためには、45mm角のエリアそれぞれにおいて3Gbpsの高速信号に対応した480端子を0.5mmの極小ピッチで気密に導出する技術が必要となるが、これを高い歩留まりで大量製造できるような電流導入端子は従来方法にて実現困難である（尚、ここで挙げた数値は例示に過ぎず、本発明は当該数値の要求を満たすものに限定されない）。

【0018】

第1従来方法及び第2従来方法の何れを用いた場合でも、配線端子903のピッチ（隣接する配線端子903間の距離）は、1.25mmや2.5mm程度が下限となり、それ以上の高密度配線は困難である。隣接する配線端子903間の絶縁性及び配線端子903の機械的強度などでピッチの限界が定まる。

【0019】

非特許文献1では、絶縁板902としてプリント回路基板を用い、配線端子903としてのピン端子をプリント回路基板に貫通させた構造を採用している、と考えられる。非特許文献1の方法でも、ピン端子のピッチの下限は、上記の第1従来方法又は第2従来方法

と同程度となると考えられる。

【0020】

また、第1従来方法、第2従来方法及び非特許文献1の方法でGbpsを超える帯域を持つ高速信号を伝送するにはインピーダンス整合を取るために同軸ケーブル形状の電流導入端子を形成するしかない。この場合、少なくとも配線ごとに外径（直径）にして10mm程度のスペースを要する。

【0021】

以上の理由から、従来技術から成る電流導入端子で高速信号伝送及び省スペース高密度配線を同時に実現することは不可能である。これを実現するにはインピーダンス整合した微細配線を有する高速プリント回路基板で電流導入端子を構築するしかない。プリント回路基板の材料は樹脂又はセラミックスとなる。一般的に、比誘電率 ϵ_r が小さく高周波特性が良いこと、微細配線限界及び大量生産性の観点から、樹脂材料の方が特殊な用途を除き基板材料として望ましい。

10

【0022】

配線端子を基板の他面側に導入する方法として、多層基板の微細配線技術の一つである貫通スルーホールビアを用いて端子を他面側に導入する方法が考えられる。特許文献1ではセラミックス基板を使用し、ビア開口部を銀ペーストで充填した後、焼結して気密封止する手法が提案されている。

【0023】

一方で、樹脂材料基板は焼結時に基板が溶融してしまうためこの手法は適用できない。以上から、樹脂材料基板は、セラミックス基板と比較し、高周波特性、微細配線限界及び大量生産性の点で大きい利点を持つが、ビア開口部を気密封止する信頼性の高い手法がないため電流導入端子に適用できないという課題があった。尚、説明の具体化のため、X線イメージング装置に関連して従来の電流導入端子に関わる課題等を説明したが、X線イメージング装置に限らず、電流導入端子を必要とする様々な装置において同様の課題等が生じ得る。

20

【0024】

本発明は、気密性を持たせたチャンバー（例えば真空チャンバー）内に配置された部品（例えば高速及び高解像度イメージセンサ）からの信号導出の高速化及び高密度化に寄与する電流導入端子並びにそれを備えた圧力保持装置及びX線撮像装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0025】

本発明の第1側面に係る電流導入端子は、チャンバーの気密性を保持しつつ前記チャンバー内に電流を導入する電流導入端子において、前記チャンバー外の環境下に位置すべき第1面及び前記チャンバー内の環境下に位置すべき第2面を互いに対向する2面として有し、前記チャンバー外の環境と前記チャンバー内の環境を隔てる樹脂製の絶縁基板を備え、前記絶縁基板に前記第1面及び前記第2面間を貫通する複数の貫通ビアホールを設けて、各貫通ビアホールの穴部に所定の充填材料を充填し、前記第1面及び前記第2面の夫々において、前記複数の貫通ビアホールにおける複数の穴部を覆う金属製の複数のパッドを形成することで、前記第1面及び第2面間の電力又は電気信号の伝達を可能とするとともに、各穴部を介した前記第1面及び第2面間の流体の通過を抑制したことを特徴とする。

40

【0026】

本発明の第2側面に係る圧力保持装置は、チャンバーと電流導入端子とを含む複数の部品を結合して形成され、前記チャンバー内の気圧を前記チャンバー外の気圧と異なる気圧に保つ気圧保持装置であって、前記電流導入端子として、前記第1側面に係る電流導入端子を用いたことを特徴とする。

【0027】

本発明の第3側面に係るX線撮像装置は、外部空間に対して内部の気圧が低く保たれた

50

チャンバー内に複数のX線イメージセンサが配置され、各X線イメージセンサに対する信号処理回路が前記チャンバー外に設けられ、前記チャンバーの気密性を保持しつつ前記複数のX線イメージセンサと前記信号処理回路とを導通させる電流導入端子として前記第1側面に係る電流導入端子を用いたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、気密性を持たせたチャンバー（例えば真空チャンバー）内に配置された部品（例えば高速及び高解像度イメージセンサ）からの信号導出の高速化及び高密度化に寄与する電流導入端子並びにそれを備えた圧力保持装置及びX線撮像装置を提供することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の基本実施形態に係るX線イメージング装置の概略的な全体構成図である。

【図2】電流導入端子部を形成する電流導入基板を簡略化して示した斜視図である。

【図3】本発明の第1実施形態に係るX線イメージセンサアレイを示す図である。

【図4】本発明の第1実施形態に係る電流導入基板の外観図である。

【図5】本発明の第1実施形態に係り、一方の面から見た、コネクタが実装される前の電流導入基板の平面図である。

【図6】本発明の第1実施形態に係り、他方の面から見た、コネクタが実装される前の電流導入基板の平面図である。

20

【図7】本発明の第1実施形態に係り、複数のパッドとコネクタの複数の金属端子との接続状態（電流導入基板の一方の面における接続状態）を表す図である。

【図8】本発明の第1実施形態に係り、複数のパッドとコネクタの複数の金属端子との接続状態（電流導入基板の他方の面における接続状態）を表す図である。

【図9】本発明の第1実施形態に係り、互いに導通する一対のパッドに注目した、電流導入基板の部分断面図である。

【図10】本発明の第1実施形態に係り、電流導入基板の製造工程の説明図である。

【図11】本発明の第1実施形態に係り、電流導入基板を用いたX線イメージング装置の部分的な分解斜視図である。

30

【図12】本発明の第1実施形態に係り、X線イメージング装置の各構成部品を結合した状態での、X線イメージング装置の部分断面図である。

【図13】本発明の第2実施形態に係る電流導入基板の外観図である。

【図14】本発明の第2実施形態に係り、コネクタ間の導通の確保方法を説明するための図である。

【図15】本発明の第2実施形態に係り、電流導入基板を用いたX線イメージング装置の部分的な分解斜視図である。

【図16】本発明の第2実施形態に係り、X線イメージング装置の各構成部品を結合した状態での、X線イメージング装置の部分断面図である。

【図17】本発明の第2実施形態に係り、コネクタ間の導通の変形確保方法を説明するための図である。

40

【図18】本発明の第2実施形態に係り、X線イメージング装置の各構成部品を結合した状態での、X線イメージング装置の変形部分断面図である。

【図19】本発明の第3実施形態に係る電流導入基板の外観図である。

【図20】本発明の第3実施形態に係り、コネクタ間の導通の確保方法を説明するための図である。

【図21】本発明の第3実施形態に係り、電流導入基板を用いたX線イメージング装置の部分的な分解斜視図である。

【図22】本発明の第3実施形態に係り、X線イメージング装置の各構成部品を結合した状態での、X線イメージング装置の部分断面図である。

50

【図 2 3】本発明の第 3 実施形態に係る基板結合部品の平面図である。

【図 2 4】X 線イメージングセンサアレイと、それに対応する電流導入端子との関係を示す図である。

【図 2 5】従来の電流導入端子の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の実施形態の例を、図面を参照して具体的に説明する。参照される各図において、同一の部分には同一の符号を付し、同一の部分に関する重複する説明を原則として省略する。尚、本明細書では、記述の簡略化上、情報、信号、物理量又は部材等を参照する記号又は符号を記すことによって、該記号又は符号に対応する情報、信号、物理量又は部材等の名称を省略又は略記することがある。

10

【0031】

< 基本実施形態 >

まず、本発明に係る基本実施形態を説明する。図 1 は、基本実施形態に係る X 線イメージング装置 1 の概略的な全体構成図である。X 線イメージング装置 1 は、電流導入端子部 10、チャンバー 20、X 線透過窓 30、X 線イメージセンサ 40、センサ駆動 / 信号処理部 50 及び真空ポンプ 60、並びに、配線群 WR 1 及び WR 2 を備え、図示されない撮像対象の X 線撮影を行うことができる。

【0032】

チャンバー 20 は、内部に空洞を有する容器であり、ステンレス鋼などの金属にて構成される。本明細書においてチャンバーは容器と同義であり、チャンバーを容器と読み替えても良い。チャンバー 20 の内部に形成された空洞による空間を、便宜上、空間 SP 2 と称する。一方、チャンバー 20 の外部空間を空間 SP 1 と称する。空間 SP 2 内に X 線イメージセンサ 40 が配置される。例えば、チャンバー 20 は円筒形状を有しており、当該円筒における一方の底面に X 線透過窓 30 が設置され、他方の底面に電流導入端子部 10 が設置される。

20

【0033】

図示されない撮像対象の構造情報を含む撮像対象の光学像が X 線透過窓 30 を通過して X 線イメージセンサ 40 に入射し、X 線イメージセンサ 40 の撮像面上で結像する。X 線イメージセンサ 40 は、例えば、半導体材料を用いて形成された、X 線を検出可能な半導体検出器である。X 線イメージセンサ 40 は、撮像面に結像した光学像を示す撮像信号を、センサ制御信号の入力にตอบสนองして出力可能である。

30

【0034】

センサ駆動 / 信号処理部 50 は、電流導入端子部 10 を介して X 線イメージセンサ 40 の駆動電力を供給すると共に、電流導入端子部 10 を介して X 線イメージセンサ 40 を駆動制御するためのセンサ制御信号を X 線イメージセンサ 40 に供給し、これによって上記撮像信号を X 線イメージセンサ 40 から電流導入端子部 10 を介して取得する。センサ駆動 / 信号処理部 50 は、取得した撮像信号に対して所定の信号処理を施すことで、撮像対象の X 線撮像像を生成する。

【0035】

真空ポンプ 60 は、チャンバー 20 の空洞内から気体を排出することで、空間 SP 2 内を真空に保つ。電流導入端子部 10、X 線透過部 30 及び真空ポンプ 60 は空間 SP 2 内の気密性が保たれるように（換言すればチャンバー 20 内とチャンバー 20 外との間における流体の通過が抑制されるように）、金属製ガasket やゴム製の O リングなどを用いてチャンバー 20 と結合されている。ここにおける真空とは、1 気圧よりも低い任意の気圧を含むが、例えば、 $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-10}$ Torr の気圧を指す。センサ駆動 / 信号処理部 50 の配置位置を含む、チャンバー 20 の外部位置における気圧、即ち空間 SP 1 の気圧は、空間 SP 2 内の気圧よりも高く、ここでは 1 気圧であるとし、空間 SP 1 の気圧を大気圧と称することもある。

40

【0036】

50

電流導入端子部 10 は、チャンバー 20 内とチャンバー 20 外とを隔てる（即ち空間 S P 2 と空間 S P 1 とを隔てる）隔壁に用いられ、チャンバー 20 の気密性を保持しつつ（即ちチャンバー 20 の空間 S P 2 内を真空中に保ちながら）、空間 S P 1 から空間 S P 2 に電流を導入する（換言すれば電力を供給又は電気信号を伝達する）ユニットであり、一般的には単に電流導入端子と称されたり、フィードスルーと称されたりすることもある。電流導入端子部 10 は、空間 S P 2 から空間 S P 1 に電流を導入する（換言すれば電力を供給又は電気信号を伝達する）ユニットであっても良く、空間 S P 1 及び S P 2 間において双方向に電流が導入されることもある。実際の適用例として、空間 S P 1 内のセンサ駆動 / 信号処理部 50 から空間 S P 2 内の X 線イメージセンサ 40 に対して、駆動電力の供給及びセンサ制御信号の送信による電流導入が行われ、空間 S P 2 内の X 線イメージセンサ 40 から空間 S P 1 内のセンサ駆動 / 信号処理部 50 に対して、撮像信号の送信による電流導入が行われる。

10

【0037】

センサ駆動 / 信号処理部 50 と電流導入端子部 10 とは、空間 S P 1 において複数の配線から成る配線群 W R 1 にて接続される。X 線イメージセンサ 40 と電流導入端子部 10 とは、空間 S P 2 において複数の配線から成る配線群 W R 2 にて接続される。配線群 W R 1 を形成する各配線は、電流導入端子部 10 を介して、配線群 W R 2 を形成する何れかの配線と電氣的に接続される。つまり、電流導入端子部 10 により、チャンバー 20 の気密性を保持しつつ X 線イメージセンサ 40 とセンサ駆動 / 信号処理部 50 との導通が確保されることになる。

20

【0038】

図 2 は、電流導入端子部 10 を形成する主部品である電流導入基板 11 を簡略化して示した斜視図である。電流導入基板 11 には、スルーホール、パターン及び穴部等が形成され且つコネクタ等の部品が実装され得るが、図 2 では、それらの図示を省略している。電流導入基板 11 は絶縁性を有する材料にて構成されるプリント基板（即ち、絶縁基板）であって、その中でも、柔軟性の無い絶縁体基材を用いて構成されるリジット基板に分類される。電流導入基板 11 の材質として様々な種類の材質を利用可能であるが、例えば、ガラスエポキシ基板（即ち、ガラス繊維の布にエポキシ樹脂をしみ込ませた材料に熱硬化処理を施した板状のプリント基板）、ガラスコンポジット基板、セラミックス基板を電流導入基板 11 として利用可能である。但し、樹脂製の絶縁基板にて電流導入基板 11 を構成することが望ましい。樹脂製の絶縁基板としてガラスエポキシ基板が好適であるが、この他、ポリフェニレンエーテル樹脂により形成された絶縁基板を電流導入基板 11 として用いることも可能である。

30

【0039】

電流導入基板 11 は、板状の形状を有しており、互いに対向する 2 つの面 S F 1 及び S F 2 を備える。電流導入基板 11 は概略直方体形状を有していると言え、当該直方体を形成する 6 つの面の内、共通且つ最も大きな面積を有する 2 つの面が面 S F 1 及び S F 2 である。尚、電流導入基板 11 の形状はこれに限られず円盤形状等であっても良い。面 S F 1 及び S F 2 間の距離は、電流導入基板 11 の厚みを表す。基本的に、面 S F 1 は空間 S P 1 に接する一方で面 S F 2 は空間 S P 2 に接する。即ち、電流導入基板 11 を含んだ電流導入端子部 10 を用いて X 線イメージング装置 1 を構成したとき、基本的には、面 S F 1 はチャンバー 20 外の環境下（大気圧の環境下）に位置する一方で面 S F 2 はチャンバー 20 内の環境下（真空の環境下）に位置することになる（例外については後述）。電流導入基板 11 は、チャンバー 20 外の環境とチャンバー 20 内の環境を隔てる隔壁の一部として機能することになる。

40

【0040】

説明の具体化及び明確化のため、実空間上で互いに直交する X 軸、Y 軸及び Z 軸を想定する。電流導入基板 11 の面 S F 1 は（従って面 S F 2 も）、X 軸及び Y 軸に平行であるとする。X 軸及び Y 軸に平行な平面を X Y 面と称する。また、説明の便宜上、面 S F 2 から面 S F 1 に向かう向きを上向きであると考え、上下方向は X 軸と平行である

50

。ここで説明の便宜のために考える上下方向は、実空間上の上下方向（即ち鉛直方向）と一致していなくても良く、例えば、実空間上の水平方向と一致していても良い。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示す如く、複数の X 線イメージセンサ 4 0 を二次元配列することで大面積の X 線イメージセンサアレイを形成することができる。即ち、図 1 では、X 線イメージセンサ 4 0 が 1 つだけ示されているが、二次元配列された複数の X 線イメージセンサ 4 0 がチャンバー 2 0 内の空間 S P 2 に配置されていて良い。この場合、1 つの X 線イメージングセンサ 4 0 に対して 1 つの電流導入基板 1 1 が電流導入端子部 1 0 に設けられていても良く、そうすると、電流導入端子部 1 0 には、X 線イメージングセンサ 4 0 の個数分の電流導入基板 1 1 が設けられることになる。但し、2 以上の X 線イメージングセンサ 4 0 に対して 1 つの電流導入基板 1 1 が割り当てられるようにしても良いし、電流導入端子部 1 0 に電流導入基板 1 1 を 1 つだけ設けておき、当該 1 つの電流導入基板 1 1 を介して X 線イメージセンサアレイを形成する全 X 線イメージセンサ 4 0 とセンサ駆動 / 信号処理部 5 0 とを導通させても良い。何れせよ、1 以上の電流導入基板 1 1 を含んで構成される電流導入端子部 1 0 は、チャンバー 2 0 の気密性を保ちつつ、チャンバー 2 0 内に配置された複数の X 線イメージセンサ 4 0 と、各 X 線イメージセンサ 4 0 に対する信号処理回路を含むセンサ駆動 / 信号処理部 5 0 と、を導通させるよう機能する。但し、X 線イメージング装置 1 に、X 線イメージングセンサ 4 0 を 1 つだけ設けるようにすることも可能である。

【 0 0 4 2 】

X 線イメージング装置 1 に複数の X 線イメージングセンサ 4 0 が設けられる場合には、以下の説明における X 線イメージングセンサ 4 0 とは、複数の X 線イメージングセンサ 4 0 の夫々又は何れかを指すと解される。また、以下では、1 つの電流導入基板 1 1 に注目して電流導入基板等の具体的な構成を説明するが、電流導入端子部 1 0 に複数の電流導入基板 1 1 が設けられる場合にあつては、各電流導入基板 1 1 に当該説明が適用される。

【 0 0 4 3 】

以下に、基本実施形態を基礎とする幾つかの実施形態を挙げる。特に記述無き限り、基本実施形態にて述べた内容が以下の各実施形態に適用され、以下の各実施形態において基本実施形態にて述べた内容と矛盾する事項については以下の各実施形態中の記載が優先される。また、以下に述べる任意の 2 以上の実施形態を組み合わせることも可能である。

【 0 0 4 4 】

< < 第 1 実施形態 > >

本発明の第 1 実施形態を説明する。

【 0 0 4 5 】

図 4 (a) ~ (c) は、第 1 実施形態に係る電流導入基板 1 1 0 の外観図である。図 4 (a) は面 S F 1 側から見た電流導入基板 1 1 0 の平面図であり、図 4 (b) は電流導入基板 1 1 0 の側面図であり、図 4 (c) は面 S F 2 側から見た電流導入基板 1 1 0 の平面図である。第 1 実施形態では、電流導入基板 1 1 0 を、図 1 の電流導入端子部 1 0 を構成する電流導入基板 1 1 として用いる。第 1 実施形態において、面 S F 1、S F 2 は、電流導入基板 1 1 0 における面 S F 1、S F 2 を指す。

【 0 0 4 6 】

電流導入基板 1 1 0 は、ガラスエポキシ基板にて構成された両面基板であり、面 S F 1 の形状（従って面 S F 2 の形状）は概略長方形（正方形を含む）である。面 S F 1 及び S F 2 間を貫通する円柱形状の 4 つのボルト穴 1 1 1 が、面 S F 1 の四隅（従って面 S F 2 の四隅）に設けられている。

【 0 0 4 7 】

電流導入基板 1 1 0 の面 S F 1 上には、コネクタ C N 1 a ~ C N 1 d が並んで実装されており、電流導入基板 1 1 0 の面 S F 2 上には、コネクタ C N 2 a ~ C N 2 d が並んで実装されている。コネクタ C N 1 a ~ C N 1 d の並び方向とコネクタ C N 2 a ~ C N 2 d の並び方向は一致している。コネクタ C N 1 a ~ C N 1 d 及び C N 2 a ~ C N 2 d の夫々は、樹脂又はセラミックス等の絶縁体にて構成されたケースと、ケースから突出した複数の

金属端子とを備える表面実装型コネクタである。コネクタCN2a～CN2dは、夫々、コネクタCN1a～CN1dに対向する位置に実装されている。即ち、XY面において、コネクタCN2a～CN2dの配置位置は夫々コネクタCN1a～CN1dの配置位置と一致する。また、面SF2において、コネクタCN2a～CN2dの実装位置を取り囲む位置に、輪状の金メッキ面112が形成され且つ露出している（金メッキ面112の機能については後述）。

【0048】

図5は、面SF1側から見た、コネクタCN1a～CN1dが実装される前の電流導入基板110の平面図である。面SF1には、はんだ付け用の金属箔であるパッドが多数形成されている。面SF1における多数のパッドは互いに絶縁されている（但し、その内の一部のパッド同士は互いに導通していても良い）。面SF1における多数のパッドはパッド群121a～121dに分類され、パッド群121a～121dの各々には複数のパッドが含まれている。パッド群121aにおける複数のパッドの上にクリーム状のはんだを塗布した後、その複数のパッドの上にコネクタCN1aの複数の金属端子を載せた状態で電流導入基板110を加熱することで、面SF1において、パッド群121aにおける複数のパッドとコネクタCN1aにおける複数の金属端子との導通が確保される。同様に、面SF1において、パッド群121bにおける複数のパッドとコネクタCN1bにおける複数の金属端子との導通が確保され、パッド群121cにおける複数のパッドとコネクタCN1cにおける複数の金属端子との導通が確保され、パッド群121dにおける複数のパッドとコネクタCN1dにおける複数の金属端子との導通が確保される。

【0049】

図6は、面SF2側から見た、コネクタCN2a～CN2dが実装される前の電流導入基板110の平面図である。面SF2には、はんだ付け用の金属箔であるパッドが多数形成されている。面SF2における多数のパッドは互いに絶縁されている（但し、その内の一部のパッド同士は互いに導通していても良い）。面SF2における多数のパッドはパッド群122a～122dに分類され、パッド群122a～122dの各々には複数のパッドが含まれている。パッド群122aにおける複数のパッドの上にクリーム状のはんだを塗布した後、その複数のパッドの上にコネクタCN2aの複数の金属端子を載せた状態で電流導入基板110を加熱することで、面SF2において、パッド群122aにおける複数のパッドとコネクタCN2aにおける複数の金属端子との導通が確保される。同様に、面SF2において、パッド群122bにおける複数のパッドとコネクタCN2bにおける複数の金属端子との導通が確保され、パッド群122cにおける複数のパッドとコネクタCN2cにおける複数の金属端子との導通が確保され、パッド群122dにおける複数のパッドとコネクタCN2dにおける複数の金属端子との導通が確保される。

【0050】

面SF1に形成されたパッドを符号PD1にて参照し、面SF2に形成されたパッドを符号PD2にて参照する。

【0051】

図7(a)及び(b)は、パッド群121a（図5も参照）に含まれる複数のパッドPD1とコネクタCN1aにおける複数の金属端子との接続状態を表している。図7(a)及び(b)において、ドットでハッチングされた領域がパッドPD1を表している。パッド群121aにおける各パッドPD1は、コネクタCN1aにおける何れかの金属端子とはんだ付けにより導通することになり、導通すべき金属端子との接続面として機能する。パッド群121b～121dにおける各パッドPD1とコネクタCN1b～CN1dの各金属端子との導通に関しても同様である。互いに隣接するパッドPD1は絶縁されており、パッドPD1間のピッチは任意であるが、当該ピッチは例えば0.2mm又は0.25mmとされる。パッドPD1間のピッチとは、互いに隣接する第1のパッドPD1及び第2のパッドPD1に注目したとき、第1のパッドPD1の中心位置と第2のパッドPD1の中心位置との距離を指す。面SF1において、パッドPD1は二次元方向に分散配置されているが、第1の方向におけるPD1間のピッチと、第1の方向と異なる第2の方向（

例えば第1の方向に直交する方向)におけるパッドPD1間のピッチは、互いに同じであっても良いし、互いに異なっていて良い。即ち、図7(a)及び(b)の例では、Y軸方向におけるパッドPD1間のピッチが相対的に短く(例えば0.2mm又は0.25mm)、X軸方向におけるパッドPD1間のピッチが相対的に長いことが想定されているが、前者のピッチと後者のピッチは一致していても良い。

【0052】

尚、図7(a)及び(b)の例では、XY面上において、コネクタCN1aのケースから金属端子が突出しているが、コネクタCN1aのケースと電流導入基板110の面SF1との間に金属端子の全体が収まるようなコネクタCN1aを用いても良い。コネクタCN1b~CN1dについても同様である。

10

【0053】

図8(a)及び(b)は、パッド群122a(図5も参照)に含まれる複数のパッドPD2とコネクタCN2aにおける複数の金属端子との接続状態を表している。図8(a)及び(b)において、ドットでハッチングされた領域がパッドPD2を表している。パッド群122aにおける各パッドPD2は、コネクタCN2aにおける何れかの金属端子とはんだ付けにより導通することになり、導通すべき金属端子との接続面として機能する。パッド群122b~122dにおける各パッドPD2とコネクタCN2b~CN2dの各金属端子との導通に関しても同様である。互いに隣接するパッドPD2は絶縁されており、パッドPD2間のピッチは任意であるが、当該ピッチは例えば0.2mm又は0.25mmとされる。パッドPD2間のピッチとは、互いに隣接する第1のパッドPD2及び第2のパッドPD2に注目したとき、第1のパッドPD2の中心位置と第2のパッドPD2の中心位置との距離を指す。面SF2において、パッドPD2は二次元方向に分散配置されているが、第1の方向におけるPD2間のピッチと、第1の方向と異なる第2の方向(例えば第1の方向に直交する方向)におけるパッドPD2間のピッチは、互いに同じであっても良いし、互いに異なっていて良い。即ち、図8(a)及び(b)の例では、Y軸方向におけるパッドPD2間のピッチが相対的に短く(例えば0.2mm又は0.25mm)、X軸方向におけるパッドPD2間のピッチが相対的に長いことが想定されているが、前者のピッチと後者のピッチは一致していても良い。但し、電流導入基板110においては、構造上、1つのパッドPD1と、そのパッドPD1に導通すべき1つのパッドPD2は、面SF1及びSF2の法線方向に沿って一直線上に並ぶことになるため、パッドPD1間のピッチとパッドPD2間のピッチは、X軸方向及びY軸方向の夫々において一致する。

20

30

【0054】

尚、図8(a)及び(b)の例では、XY面上において、コネクタCN2aのケースから金属端子が突出しているが、コネクタCN2aのケースと電流導入基板110の面SF2との間に金属端子の全体が収まるようなコネクタCN2aを用いても良い。コネクタCN2b~CN2dについても同様である。

【0055】

図9は、面SF1上における1つのパッドPD1と、そのパッドPD1と導通すべき、面SF2上における1つのパッドPD2とに注目した、電流導入基板110の部分断面図である。図10は、電流導入基板110の元となる初期の基板SUBから、パッドPD1及びPD2を含む電流導入基板110を製造する工程を示す図である。パッドPD1及びPD2の1つの組に注目して電流導入基板110の製造工程を説明する。

40

【0056】

まず、配線や穴が形成されていない平面の基板SUBに対し、ドリルを用いて面SF1及びSF2の法線方向に沿って面SF1及びSF2間を貫通する円形の穴(断面が円形の穴)131を空けた後、メッキ処理にて穴131の内壁全体に銅膜132を形成する。その後、穴131の内、銅膜132が覆われた部分以外の空間を所定の樹脂材料133(例えばエポキシ樹脂)にて充填する。更にその後、面SF1及びSF2の両面に、銅膜を形成するメッキ処理、ニッケル膜を形成するメッキ処理及び金膜を形成するメッキ処理を順

50

次実行し、公知のマスク処理及びエッチング処理により、面 S F 1 及び S F 2 から不要な金属膜（銅膜、ニッケル膜及び金膜）を除去する。これにより、面 S F 1 にパッド P D 1 が形成されると共に面 S F 2 にパッド P D 2 が形成される。

【 0 0 5 7 】

図 9 に示す如く、パッド P D 1 は、互いに導通した銅膜 1 4 1、ニッケル膜 1 4 2 及び金膜 1 4 3 とで形成される。銅膜 1 4 1 は銅膜 1 3 2 と直接接合している。銅膜 1 4 1、ニッケル膜 1 4 2 及び金膜 1 4 3 の内、金膜 1 4 3 は、銅膜 1 3 2 から最も遠い位置に存在する。ニッケル膜 1 4 2 は、銅膜 1 4 1 と金膜 1 4 3 との間に位置する。同様に、パッド P D 2 は、互いに導通した銅膜 1 4 4、ニッケル膜 1 4 5 及び金膜 1 4 6 とで形成される。銅膜 1 4 4 は銅膜 1 3 2 と直接接合している。銅膜 1 4 4、ニッケル膜 1 4 5 及び金膜 1 4 6 の内、金膜 1 4 6 は、銅膜 1 3 2 から最も遠い位置に存在する。ニッケル膜 1 4 5 は、銅膜 1 4 4 と金膜 1 4 6 との間に位置する。

10

【 0 0 5 8 】

穴 1 3 1 と銅膜 1 3 2 は貫通ビアホールを形成している。故に、貫通ビアホールの穴部（即ち、穴 1 3 1 の内、銅膜 1 3 2 が覆われた部分以外の空間）を樹脂材料 1 3 3 にて充填した後、当該穴部の全体を両面から覆うパッド P D 1 及び P D 2 を形成していると言える。パッド P D 1 に導通すべきコネクタ（C N 1 a ~ C N 1 d の何れか）の金属端子は、はんだ付けによりパッド P D 1 に直接接合され、パッド P D 2 に導通すべきコネクタ（C N 2 a ~ C N 2 d の何れか）の金属端子は、はんだ付けによりパッド P D 2 に直接接合される。尚、貫通ビアホールは、一般に、スルーホール又はスルーホールビアとも称される。面 S F 1 において（面 S F 1 に平行な平面内において）パッド P D 1 は貫通ビアホールの穴部より大きく且つ当該穴部の全体を隙間なく覆っており、且つ、面 S F 2 において（面 S F 2 に平行な平面内において）パッド P D 2 は貫通ビアホールの穴部より大きく且つ当該穴部の全体を隙間なく覆っている。このため、電流導通基板 1 1 0 において、当該貫通ビアホールを介した、空間 S P 1 及び S P 2 間の気体の通過は無い又は無視できる程度に小さい。

20

【 0 0 5 9 】

互いに導通し合うパッド P D 1、貫通ビアホール及びパッド P D 2 の組から成る単位電流導入部が、電流導入基板 1 1 0 に複数形成されることになり、配線群 W R 1 を形成する複数の配線が、面 S F 1 上のコネクタ（C N 1 a ~ C N 1 d）、複数の単位電流導入部及び面 S F 2 上のコネクタ（C N 2 a ~ C N 2 d）を介し、配線群 W R 2 を形成する複数の配線と接続され且つ導通することになる。

30

【 0 0 6 0 】

電流導入基板 1 1 0 において、穴 1 3 1 の径（図 1 0 参照）並びにパッド P D 1 及び P D 2 の大きさ及び形状は、隣接するパッド P D 1 間の絶縁状態及び隣接するパッド P D 2 間の絶縁状態が確保されるよう、隣接するパッド P D 1 間のピッチ及び隣接するパッド P D 2 間のピッチを考慮して設計される。

【 0 0 6 1 】

図 1 1 は、電流導入基板 1 1 0 を用いた X 線イメージング装置 1 の部分的な分解斜視図である。図 1 1 の構造が採用された X 線イメージング装置 1 は、電流導入基板 1 1 0 と、基板結合部品 1 6 0 と、チャンバー 1 7 0 と、電流導入基板 1 1 0 及び基板結合部品 1 6 0 間の密封に使用されるゴムリング 1 8 1 と、基板結合部品 1 6 0 及びチャンバー 1 7 0 間の密封に使用される銅製のガスケット 1 8 2 と、を備えて構成される。ゴムリング 1 8 1 は、一般的に O リングと称されるシール部品であって、円形の断面を有する輪状のゴムである。

40

【 0 0 6 2 】

図 1 2 は、電流導入基板 1 1 0 及び基板結合部品 1 6 0 がゴムリング 1 8 1 を介して接合され且つ基板結合部品 1 6 0 及びチャンバー 1 7 0 がガスケット 1 8 2 を介して接合されている様子を示す、X 線イメージング装置 1 の部分断面図である。尚、図 1 2 は、電流導入基板 1 1 0 に設けられたボルト穴 1 1 1、並びに、基板結合部品 1 6 0 及びチャ

50

ンバー１７０に設けられた後述のボルト穴１６４、１６５及び１７１を通過しない断面による断面図である。

【００６３】

チャンバー１７０が図１のチャンバー２０として機能し、且つ、電流導入基板１１０及び基板結合物品１６０にて図１の電流導入端子部１０が形成されることができ。或いは、電流導入基板１１０が図１の電流導入端子部１０として機能し、基板結合物品１６０及びチャンバー１７０にて図１のチャンバー２０が形成されたと考えても良い。尚、基板結合物品１６０及びチャンバー１７０を一体のチャンバーとして構成するようにしても良い（この場合、ガスケット１８２は不要）。

【００６４】

基板結合物品１６０は、円盤状の部品であり、チャンバー１７０は、円筒状の部品である。基板結合物品１６０及びチャンバー１７０はステンレス鋼などの金属にて形成される。基板結合物品１６０における円盤の中心軸とチャンバー１７０における円筒の中心軸は共通しており、Ｚ軸に平行である。

【００６５】

基板結合物品１６０の中央部にはＺ軸方向において貫通する穴部１６１が設けられており、基板結合物品１６０と電流導入基板１１０を結合した際、穴部１６１内にコネクタＣＮ２ａ～ＣＮ２ｄが位置することになる（図１２参照）。ここでは、ＸＹ面上における穴部１６１の形状は長方形形状となっているが、その形状は任意である。また、基板結合物品１６０の上面１６３において、穴部１６１を取り囲む位置には、ゴムリング１８１を嵌め込むための輪状の溝１６２が形成されている。図１１では、溝１６２をドット領域（ドットで満たされた領域）で示している。また、基板結合物品１６０の上面及び下面間を貫通する複数のボルト穴１６４が溝部１６２を取り囲む位置に分散形成され、且つ、基板結合物品１６０の上面及び下面間を貫通する複数のボルト穴１６５も溝部１６２を取り囲む位置に分散形成される。

【００６６】

電流導入基板１１０のボルト穴１１１は単純な円柱状の穴である一方で、基板結合物品１６０のボルト穴１６４の内部にはネジ山が形成されている。ゴムリング１８１を溝部１６２に嵌め込んだ後、電流導入基板１１０の面ＳＦ２がゴムリング１８１と接するように電流導入基板１１０を基板結合物品１６０上に配置し、電流導入基板１１０のボルト穴１１１と基板結合物品１６０のボルト穴１６４を利用して、複数のボルト１９１により、電流導入基板１１０及び基板結合物品１６０を結合する。

【００６７】

このとき、ゴムリング１８１の上部全体が、電流導入基板１１０の面ＳＦ２にて露出している金メッキ面１１２（図４（ｃ）参照）に接するように、ゴムリング１８１の形状及び金メッキ面１１２の形状が決定されている。電流導入基板１１０の面ＳＦ２において、金メッキ面１１２以外の部分には、絶縁性を有するレジスト膜が露出しており、レジスト膜の凹凸（表面粗さ）は随分と大きい。金メッキ面１１２における凹凸（表面粗さ）は、レジスト膜のそれよりも小さいため、金メッキ面１１２にてゴムリング１８１が接するようにすることでゴムリング１８１による気密性が向上する。

【００６８】

チャンバー１７０における上面の外周部分に存在する肉部１７２には複数のボルト穴１７１が分散形成されている。基板結合物品１６０のボルト穴１６５は単純な円柱状の穴である一方で、チャンバー１７０のボルト穴１７１の内部にはネジ山が形成されている。図示の簡略化上、図１１には示されていないが、肉部１７２において、複数のボルト穴１７１の各中心を結んで形成される円の内側には、ガスケット１８２を嵌め込むための輪状の溝部が形成されている。その溝部と、基板結合物品１６０の下面との間に、ガスケット１８２を挟み込んだ状態で、基板結合物品１６０のボルト穴１６５とチャンバー１７０のボルト穴１７１を利用して、複数のボルト１９２により、基板結合物品１６０及びチャンバー１７０を結合する。

10

20

30

40

50

【0069】

結果、図12に示す如く、電流導入基板110の面SF2の内、ゴムリング181の内側に位置する面と、ゴムリング181と、基板結合部品160の内壁（穴部161の外周壁）と、ガasket182と、チャンバー170の内壁とで囲まれた空間が、真空とされるべき空間SP2となる。図12には示されていないが（図1参照）、空間SP1において、コネクタCN1a～CN1dの各金属端子は複数の配線から成る配線群WR1を介してセンサ駆動/信号処理部50に接続される一方、空間SP2において、コネクタCN2a～CN2dの各金属端子は複数の配線から成る配線群WR2を介してX線イメージセンサ40に接続される。配線群WR1を形成する各配線は、ケーブルであっても良いし、基板上のパターンを含んでいても良い。配線群WR2についても同様である。

10

【0070】

センサ駆動/信号処理部50及びX線イメージセンサ40は、配線群WR1と、面SF1に実装されたコネクタの金属端子と、面SF1上のパッドPD1と、電流導入基板110に形成された貫通ビアホールと、面SF2上のパッドPD2と、面SF2に実装されたコネクタの金属端子と、配線群WR2と、を介して接続され、それらを介して独立した複数の電気信号（例えば、センサ制御信号及び撮像信号を含む）を送受信できると共に、それらを介してセンサ駆動/信号処理部50はX線イメージセンサ40に駆動電力を供給できる。

【0071】

本実施形態では、上述の如く、電流導入基板110の面SF1及びSF2間を貫通する複数の貫通ビアホールを設けて、夫々の貫通ビアホール（131、132）について、貫通ビアホールの穴部に樹脂材料を充填した後、面SF1及びSF2の夫々において当該穴部を覆うパッド（PD1、PD2）を形成することにより、面SF1及びSF2間の電気信号及び電力の伝達を可能にすると同時に、上記穴部を介した面SF1及びSF2間の流体（ここでは気体）の通過を抑制した。

20

【0072】

これにより、従来技術の限界を大きく超える密度で配線を配置することが可能となる。即ち、図25又は非特許文献1に示されたような従来のピン構造では、1.25mmや2.5mm程度のピッチでしかコンタクト（当該ピン構造におけるピン端子）を配置できないが（即ち、それ以下のピッチでのコンタクト配置は実現困難であるが）、本実施形態の方式によれば、1mm以下のピッチでのコンタクト配置を容易に実現できるようになる（本実施形態においてコンタクトはパッド）。例えば、0.2mm～0.3mmピッチでのコンタクト配置も容易に実現でき、0.1mmピッチでのコンタクト配置も可能となりうる。二次元方向において0.1mmピッチでコンタクト配置を行ったとすれば、図25又は非特許文献1に示されたような従来のピン構造との比較において、単位面積当たりで100倍以上のコンタクト導入が実現され、飛躍的な高密度化を実現できる。

30

【0073】

また、貫通ビアホールの穴部の全体を金属製のパッド（PD1、PD2）にて覆う構造を採用しているため、チャンバーの気密性の確保及び充填樹脂からのアウトガスの抑制が可能となる。結果、真空環境下において、図3に示すような大面積X線イメージセンサアレイを高解像度且つ高フレームレートで動作させることも可能となる。つまり、本実施形態に係る発明により、従来では困難であった、真空環境下での大面積X線イメージセンサアレイの実現に道が開ける。

40

【0074】

また、図25又は非特許文献1に示されたような従来のピン構造と比べ、本実施形態では、製造が非常に容易な簡素な構成が採用されるため、必要なコストが大幅に低減され（例えば1/10程度に低減され）、大量製作も可能となると共に、市販される大気用のコネクタを自由に選択及び利用するため汎用性が飛躍的に向上する（後述の第2及び第3実施形態についても同様）。

【0075】

50

尚、特許文献1の方法では、互いに対応し合う位置に貫通ビアホールを形成した複数のセラミックスグリーンシート基板を用意し、これらの基板を積層及び焼結することで真空下における圧力に耐える基板厚みと貫通ビアホールを形成する。そのため、製作難易度と製作コストが著しく高く、大量生産に向かない。一方で、本実施形態では、チャンパー内真空時において、その圧力に耐える厚みを持つ1枚の基板を用意し、これにドリルで穴加工を施した後、貫通ビアホールを形成するため、基板積層技術を必要としない。そのため、製作コストを小さく抑えることができ、大量生産が可能となる。

【0076】

また、電流導入基板110の面SF1及びSF2の夫々において、各パッド(PD1、PD2)は、当該パッドと導通すべき端子(図7(a)及び(b)並びに図8(a)及び(b)の例においてコネクタの金属端子)との接続面として機能すると共に、貫通ビアホールの穴部に充填された樹脂材料の露出を回避及び抑止する機能も備える。空間SP2において樹脂材料が露出していると、樹脂材料のアウトガスの影響により真空度が高まりにくくなる。各パッドを端子との接続面として機能させるだけでなく、樹脂材料の露出の抑止部としても機能させることで、コンタクト導入の高密度化と同時に、真空度の向上を実現できる。尚、面SF1及びSF2間を貫通する貫通ビアホールの穴部には所定の充填材料が充填されれば良く、充填材料は樹脂材料以外であっても構わない。充填材料が樹脂材料以外であっても、パッドが存在しなければ、アウトガスの影響が懸念される。尚、非特許文献1の方法では、プリント基板に設けられたピン端子の挿入穴とピン端子との隙間をエポキシ樹脂で封止することで、プリント基板及びピン端子間の封止を実現していると思われ、そうすると、封止用のエポキシ樹脂が真空側に露出するため、エポキシ樹脂のアウトガスによる真空度の低下が懸念される。

【0077】

また、本実施形態では、電流導入基板110の面SF1に形成された複数のパッドPD1に対し、複数の金属端子を備えた第1表面実装型コネクタCN1aを実装するとともに、電流導入基板110の面SF2に形成された複数のパッドPD2に対し、複数の金属端子を備えた第2表面実装型コネクタCN2aを実装し、コネクタCN1aの複数の金属端子を、複数のパッドPD1、複数の貫通ビアホール及び複数のパッドPD2を通じて、コネクタCN2aの複数の金属端子に導通させる(換言すれば、コネクタCN1aの各金属端子を、対応するパッドPD1、対応する貫通ビアホール及び対応するパッドPD2を通じて、コネクタCN2aの対応する金属端子に導通させる)という直線的な電流導入方式を採用している(コネクタCN1b及びコネクタCN2bの組、コネクタCN1c及びコネクタCN2cの組並びにコネクタCN1d及びコネクタCN2dの組についても同様)。これにより、極めて高密度な電流導入が可能となる。また、電流及び配線を直線的に導入できるため分布定数の設計が容易となり、広帯域化に有利である。

【0078】

本実施形態の電流導入基板110では、面SF1上の第1パッド群(例えば121a; 図5参照)及び面SF2上の第2パッド群(例えば122a; 図6参照)と、それらを接続する複数の貫通ビアホールとから成る組が、計4組設けられており、組ごとに、面SF1及びSF2に対して第1及び第2表面実装型コネクタ(例えばCN1a、CN2a)が実装されている。第1及び第2パッド群並びに第1及び第2表面実装型コネクタは、第1の組については、パッド群121a及び122a並びにコネクタCN1a及びCN2aであり、第2の組については、パッド群121b及び122b並びにコネクタCN1b及びCN2bである(第3の組及び第4の組についても同様)。但し、電流導入基板110に設けられる上記の組の個数は2以上であれば幾つでも良いし、1であっても良い。

【0079】

第1実施形態は、以下の実施例EX1__1~EX1__5を含む。第1実施形態中にて上述した事項の具体例や変形例が、以下の実施例EX1__1~EX1__5にて示される。実施例EX1__1~EX1__5の内、任意の何れかの実施例に記載した事項を、矛盾無き限り、任意の他の実施例に適用することができる。

【 0 0 8 0 】

[実施例 E X 1 _ 1]

実施例 E X 1 _ 1 を説明する。貫通ビアホールを形成する銅膜 1 3 2 (図 1 0 参照) の厚さは、例えば、2 0 ~ 5 0 μ m とされる。パッド P D 1 を形成する銅膜 1 4 1、ニッケル膜 1 4 2、金膜 1 4 3 の厚さは、夫々、例えば、2 5 μ m、5 μ m、0 . 5 μ m とされる。パッド P D 2 を形成する銅膜 1 4 4、ニッケル膜 1 4 5、金膜 1 4 6 の厚さは、夫々、銅膜 1 4 1、ニッケル膜 1 4 2、金膜 1 4 3 の厚さと同じであって良い。勿論、ここで述べた具体的数値は例に過ぎず、任意に変更可能である。

【 0 0 8 1 】

[実施例 E X 1 _ 2]

実施例 E X 1 _ 2 を説明する。電流導入基板 1 1 の厚みは任意であるが、空間 S P 1 及び S P 2 間の圧力差 (気圧差) が電流導入基板 1 1 の厚み方向に加わる場合においては、その圧力差に耐えうる程度の厚みを電流導入基板 1 1 に持たせる。例えば、電流導入基板 1 1 としてガラスエポキシ基板を利用した場合、電流導入基板 1 1 の厚みを 5 mm 又はそれを超える厚みとすることで、電流導入基板 1 1 は空間 S P 1 及び S P 2 間の圧力差 (最大で 1 気圧分の圧力差) に十分耐えうる。

【 0 0 8 2 】

[実施例 E X 1 _ 3]

実施例 E X 1 _ 3 を説明する。図 4 (a) ~ (c) 等を示した例では、面 S F 1 側に実装されるコネクタ (C N 1 a ~ C N 1 d) と、面 S F 2 側に実装されるコネクタ (C N 2 a ~ C N 2 d) とが、同一のコネクタであることが想定されているが、面 S F 1 側に実装されるコネクタと面 S F 2 側に実装されるコネクタは、形状等が互いに異なるコネクタであっても構わない。但し、電流導入基板 1 1 0 においては、構造上、1 つのパッド P D 1 と、そのパッド P D 1 に導通すべき 1 つのパッド P D 2 は、面 S F 1 及び S F 2 の法線方向に沿って一直線上に並ぶことになるため、コネクタ C N 1 a の金属端子のピッチとコネクタ C N 2 a の金属端子のピッチとは一致している。コネクタ C N 1 b 及び C N 2 b についても、コネクタ C N 1 c 及び C N 2 c についても、コネクタ C N 1 d 及び C N 2 d についても同様である。

【 0 0 8 3 】

また、電流導入基板 1 1 0 の面 S F 1 に実装されるコネクタの個数は 1 つでも良いし、2 以上の任意の個数でも良い。同様に、電流導入基板 1 1 0 の面 S F 2 に実装されるコネクタの個数は 1 つでも良いし、2 以上の任意の個数でも良い。

【 0 0 8 4 】

[実施例 E X 1 _ 4]

実施例 E X 1 _ 4 を説明する。面 S F 1 上のパッド P D 1 とセンサ駆動 / 信号処理部 5 0 との接続をコネクタ C N 1 a ~ C N 1 d を介して実現する構成を上述したが、面 S F 1 上のパッド P D 1 にケーブルの一端を直接接続し、当該ケーブルの他端をセンサ駆動 / 信号処理部 5 0 に接続することで、パッド P D 1 及びセンサ駆動 / 信号処理部 5 0 間の接続を実現しても良い。例えば、フレキシブル基板を用いて構成されたフレキシブルケーブルの一端を面 S F 1 上のパッド P D 1 にはんだ付けにて直接接続し、フレキシブルケーブルの他端をセンサ駆動 / 信号処理部 5 0 に直接接続しても良い又は他の中継配線を介してセンサ駆動 / 信号処理部 5 0 に接続しても良い。この場合、当該フレキシブルケーブルが配線群 W R 1 の構成要素となる。

【 0 0 8 5 】

同様に、面 S F 2 上のパッド P D 2 にケーブルの一端を直接接続し、当該ケーブルの他端を X 線イメージセンサ 4 0 に接続することで、パッド P D 2 及び X 線イメージセンサ 4 0 間の接続を実現しても良い。例えば、フレキシブル基板を用いて構成されたフレキシブルケーブルの一端を面 S F 2 上のパッド P D 2 にはんだ付けにて直接接続し、フレキシブルケーブルの他端を X 線イメージセンサ 4 0 に直接接続しても良い又は他の中継配線を介して X 線イメージセンサ 4 0 に接続しても良い。この場合、当該フレキシブルケーブルが

10

20

30

40

50

配線群WR2の構成要素となる。

【0086】

[実施例EX1__5]

実施例EX1__5を説明する。上述の説明では、面SF1及びSF2にのみ配線パターンを形成可能な両面基板(2層基板)を用いて電流導入基板110を形成することを想定したが、多層基板を用いて電流導入基板110を形成しても構わない。

【0087】

また、電流導入基板110の面SF1の形状(従って面SF2の形状)が長方形であることを想定したが、当該形状は任意であり、例えば円であっても良い。

【0088】

また、ガラスエポキシ基板を電流導入基板110として利用することを上述したが、電流導入基板110の材質はこれに限定されず、ガラスコンポジット基板、セラミックス基板などを電流導入基板110として利用しても構わない。

【0089】

<<第2実施形態>>

本発明の第2実施形態を説明する。図13(a)~(c)は、第2実施形態に係る電流導入基板210の外観図である。図13(a)は面SF1側から見た電流導入基板210の平面図であり、図13(b)は電流導入基板210の側面図であり、図13(c)は面SF2側から見た電流導入基板210の平面図である。第2実施形態では、電流導入基板210を、図1の電流導入端子部10を構成する電流導入基板11として用いる。第2実施形態において、面SF1、SF2は、電流導入基板210における面SF1、SF2を指す。

【0090】

電流導入基板210は、面SF1及びSF2間に内層を有し、面SF1及びSF2だけでなく内層にも配線(パターン)を形成可能な多層基板である。電流導入基板210において、面SF1の形状(従って面SF2の形状)は任意であるが、ここでは円であるとする。面SF1及びSF2間を貫通する円柱形状の4つのボルト穴211が、電流導入基板210の外周部に分散形成されている。

【0091】

電流導入基板210の面SF1上には、コネクタCN1eが実装されており、電流導入基板210の面SF2上には、コネクタCN2eが実装されている。コネクタCN1e及びCN2eの夫々は、樹脂又はセラミックス等の絶縁体にて構成されたケースと、ケースから突出した複数の金属端子とを備える表面実装型コネクタである。コネクタCN2eの配置位置は、X軸又はY軸方向において、コネクタCN1eの配置位置からずれている。

【0092】

図14を参照し、コネクタCN1e及びCN2e間の導通の確保方法を説明する。図14において、符号212は、電流導入基板210に設けられた内層を表し、符号221、224は、夫々、面SF1、SF2に設けられた金属部を表し、符号222及び223は内層212の互いに異なる位置に設けられた金属部を表す。電流導入基板210に2以上の内層が設けられていても良いが、ここでは、1つの内層212にのみ注目する。電流導入基板210は、金属部221及び222を導通させるブラインドビアホール213と、金属部223及び224を導通させるブラインドビアホール214と、ブラインドビアホール213及び214を内層212内で導通させる(換言すれば金属部222及び223を内層212内で導通させる)内層配線215と、を備える。XY面において、ブラインドビアホール213及び214の配置位置は互いにずれている。

【0093】

以下では、ブラインドビアホールを、BVHと略記する。BVH213は、面SF1及び内層212間を貫通するが、面SF1及びSF2間では貫通していないビアホールである。BVH214は、面SF2及び内層212間を貫通するが、面SF1及びSF2間では貫通していないビアホールである。このため、BVH213及び214を介した、面S

10

20

30

40

50

F 1 及び S F 2 間の空気漏れは存在しない（厳密には、無視できる程度に小さい）。

【 0 0 9 4 】

金属部 2 2 1 は、コネクタ C N 1 e の金属端子とはんだ付けにて接続されるべきパッドであり、金属部 2 2 4 は、コネクタ C N 2 e の金属端子とはんだ付けにて接続されるべきパッドである。金属部 2 2 1、2 2 4 としてのパッドは、第 1 実施形態のパッド P D 1、P D 2 と同等のものであるため、金属部 2 2 1、2 2 4 としてのパッドも、以下では、パッド P D 1、P D 2 と称する。パッド P D 1（2 2 1）に導通すべきコネクタ C N 1 e の金属端子は、はんだ付けによりパッド P D 1 に直接接合され、パッド P D 2（2 2 4）に導通すべきコネクタ C N 2 e の金属端子は、はんだ付けによりパッド P D 2 に直接接合される。

10

【 0 0 9 5 】

本実施形態では、互いに導通し合うパッド P D 1（2 2 1）、B V H 2 1 3、内層配線 2 1 5、B V H 2 1 4 及びパッド P D 2（2 2 4）の組から成る単位電流導入部が、電流導入基板 2 1 0 に複数形成されることになり、配線群 W R 1 を形成する複数の配線が、コネクタ C N 1 e、複数の単位電流導入部及びコネクタ C N 2 e を介し、配線群 W R 2 を形成する複数の配線と接続され且つ導通することになる。

【 0 0 9 6 】

図 1 5 は、電流導入基板 2 1 0 を用いた X 線イメージング装置 1 の部分的な分解斜視図である。図 1 5 の構造が採用された X 線イメージング装置 1 は、電流導入基板 2 1 0 と、基板結合部品 2 5 0 及び 2 6 0 と、チャンバー 2 7 0 と、電流導入基板 2 1 0 及び基板結合部品 2 6 0 間の密封に使用されるゴムリング 2 8 1 と、基板結合部品 2 6 0 及びチャンバー 2 7 0 間の密封に使用される銅製のガスケット 2 8 2 と、を備えて構成される。ゴムリング 2 8 1 は、一般的に O リングと称されるシール部品であって、円形の断面を有する輪状のゴムである。

20

【 0 0 9 7 】

図 1 6 は、基板結合部品 2 5 0 及び電流導入基板 2 1 0 が接合され且つ電流導入基板 2 1 0 及び基板結合部品 2 6 0 がゴムリング 2 8 1 を介して接合され且つ基板結合部品 2 6 0 及びチャンバー 2 7 0 がガスケット 2 8 2 を介して接合されている様子を示す、X 線イメージング装置 1 の部分断面図である。電流導入基板 2 1 0 並びに基板結合部品 2 5 0 及び 2 6 0 間の接合は、基板結合部品 2 5 0 及び 2 6 0 間に電流導入基板 2 1 0 を挟み込んで固定することで実現される。尚、図 1 6 は、電流導入基板 2 1 0 に設けられたボルト穴 2 1 1 と、基板結合部品 2 5 0 及び 2 6 0 並びにチャンバー 2 7 0 に設けられた後述のボルト穴 2 5 2、2 6 4、2 6 5 及び 2 7 1 と、を通過しない断面による断面図である。

30

【 0 0 9 8 】

チャンバー 2 7 0 が図 1 のチャンバー 2 0 として機能し、且つ、電流導入基板 2 1 0 並びに基板結合部品 2 5 0 及び 2 6 0 にて図 1 の電流導入端子部 1 0 が形成されと考えることができる。尚、基板結合部品 2 6 0 及びチャンバー 2 7 0 を一体のチャンバーとして構成するようにしても良い（この場合、ガスケット 2 8 2 は不要）。

【 0 0 9 9 】

40

基板結合部品 2 5 0 及び 2 6 0 は、円盤状の部品であり、チャンバー 2 7 0 は、円筒状の部品である。基板結合部品 2 5 0 及び 2 6 0 並びにチャンバー 2 7 0 はステンレス鋼などの金属にて形成される。基板結合部品 2 5 0 における円盤の中心軸と、基板結合部品 2 6 0 における円盤の中心軸と、チャンバー 2 7 0 における円筒の中心軸は共通しており、Z 軸に平行である。基板結合部品 2 6 0 の外周部分を用いてチャンバー 2 7 0 と結合するべく、基板結合部品 2 6 0 の円盤における半径は、基板結合部品 2 5 0 の円盤における半径よりも大きい。

【 0 1 0 0 】

基板結合部品 2 5 0 には、Z 軸方向において貫通する穴部 2 5 1 が設けられており、基板結合部品 2 5 0 と電流導入基板 2 1 0 を結合した際、穴部 2 5 1 内にコネクタ C N 1 e

50

が位置することになる。ここでは、X Y面上における穴部251の形状は長方形形状となっているが、その形状は任意である。また、基板結合物品250の上面及び下面間を貫通する複数のボルト穴252が穴部251を取り囲む位置に分散形成される。

【0101】

基板結合物品260の中央部にはZ軸方向において貫通する穴部261が設けられており、基板結合物品260と電流導入基板210を結合した際、穴部261内にコネクタCN2eが位置することになる。ここでは、X Y面上における穴部261の形状は長方形形状となっているが、その形状は任意である。また、基板結合物品260の上面263において、穴部261を取り囲む位置には、ゴムリング281を嵌め込むための輪状の溝262が形成されている。図15では、溝262をドット領域（ドットで満たされた領域）で示している。また、基板結合物品260の上面及び下面間を貫通する複数のボルト穴264が溝部262を取り囲む位置に分散形成され、且つ、基板結合物品260の上面及び下面間を貫通する複数のボルト穴265も溝部262を取り囲む位置に分散形成される。

【0102】

基板結合物品250のボルト穴252及び電流導入基板210のボルト穴211は単純な円柱状の穴である一方で、基板結合物品260のボルト穴264の内部にはネジ山が形成されている。ゴムリング281を溝部262に嵌め込んだ後、電流導入基板210の面SF2がゴムリング281と接するように電流導入基板210を基板結合物品260上に配置すると共に、電流導入基板210を基板結合物品250と基板結合物品260との間に挟み込み、ボルト穴252、211及び264を利用して、複数のボルト291により、基板結合物品250、電流導入基板210及び基板結合物品260を結合する。これにより、電流導入基板210の面SF2における輪状の所定部分がゴムリング281と密着し、ゴムリング281の内側と外側との間の流体（ここでは気体）の通過が阻止される。

【0103】

尚、電流導入基板210の面SF2において、少なくともゴムリング281と接する上記所定部分には、金メッキ面を露出して形成しておく方が良い。第1実施形態と同様に、ゴムリング281による気密性の向上を図るためである。

【0104】

チャンバー270における上面の外周部分に存在する肉部272には複数のボルト穴271が分散形成されている。基板結合物品260のボルト穴265は単純な円柱状の穴である一方で、チャンバー270のボルト穴271の内部にはネジ山が形成されている。図示の簡略化上、図15には示されていないが、肉部272において、複数のボルト穴271の各中心を結んで形成される円の内側には、ガスケット282を嵌め込むための輪状の溝部が形成されている。その溝部と、基板結合物品260の下面との間に、ガスケット282を挟み込んだ状態で、基板結合物品260のボルト穴265とチャンバー270のボルト穴271を利用して、複数のボルト292により、基板結合物品260及びチャンバー270を結合する。

【0105】

結果、図16に示す如く、電流導入基板210の面SF2の内、ゴムリング281の内側に位置する面と、ゴムリング281と、基板結合物品260の内壁（穴部261の外周壁）と、ガスケット282と、チャンバー270の内壁とで囲まれた空間が、真空とされるべき空間SP2となる。図16には示されていないが（図1参照）、空間SP1において、コネクタCN1eの各金属端子は複数の配線から成る配線群WR1を介してセンサ駆動/信号処理部50に接続される一方、空間SP2において、コネクタCN2eの各金属端子は複数の配線から成る配線群WR2を介してX線イメージセンサ40に接続される。配線群WR1を形成する各配線は、ケーブルであっても良いし、基板上のパターンを含んでいても良い。配線群WR2についても同様である。

【0106】

センサ駆動/信号処理部50及びX線イメージセンサ40は、配線群WR1と、面SF1に実装されたコネクタの金属端子と、面SF1上のパッドPD1と、電流導入基板21

10

20

30

40

50

0に形成されたBVH213、BVH214及び内層配線215(図14参照)と、面SF2上のパッドPD2と、面SF2に実装されたコネクタの金属端子と、配線群WR2と、を介して接続され、それらを介して独立した複数の電気信号(例えば、センサ制御信号及び撮像信号を含む)を送受信できると共に、それらを介してセンサ駆動/信号処理部50はX線イメージセンサ40に駆動電力を供給できる。

【0107】

第2実施形態によっても、第1実施形態と同様の、コンタクト配置の高密度化等の効果が得られる。

【0108】

尚、電流導入基板210の面SF1にコネクタを1つだけ実装する例を上述したが、電流導入基板210の面SF1に複数のコネクタを実装するようにしても良い。同様に、電流導入基板210の面SF2に複数のコネクタを実装するようにしても良い。

【0109】

また、電流導入基板210において、BVH213(図14参照)を、図17に示す如く貫通ビアホール213'に置換しても良い。この場合、コネクタCN1eとして、スルーホール型コネクタ(コネクタのケースから突出する金属端子をスルーホールに挿入するタイプのコネクタ)を利用することが可能となり、設計の自由度が広がる。但し、その場合においては、基板結合部品250及び260並びに電流導入基板210を結合した際に、コネクタCN1eの金属端子が貫通ビアホール213'を介して面SF2から突出し、当該金属端子が面SF2に形成されたランド(貫通ビアホール213'と導通したランド)とはんだ付けにより接合されるため、図18に示す如く、面SF2から突出するコネクタCN1eの金属端子と、基板結合部品260との接触を回避するための凹部267を、基板結合部品260に設けておくが良い。XY面上において、凹部267はゴムリング281の外側に配置され、空間SP2内には位置しない。第1実施形態では貫通ビアホールの穴部が充填材料にて充填されるが、そのような充填は、貫通ビアホール213'の穴部には施されない。

【0110】

<<第3実施形態>>

本発明の第3実施形態を説明する。図19(a)~(c)は、第3実施形態に係る電流導入基板310の外観図である。図19(a)は面SF1側から見た電流導入基板310の平面図であり、図19(b)は電流導入基板310の側面図であり、図19(c)は面SF2側から見た電流導入基板310の平面図である。第3実施形態では、電流導入基板310を、図1の電流導入端子部10を構成する電流導入基板11として用いる。第3実施形態において、面SF1、SF2は、電流導入基板310における面SF1、SF2を指す。

【0111】

電流導入基板310は、面SF1及びSF2間に内層を有し、面SF1及びSF2だけでなく内層にも配線(パターン)を形成可能な多層基板である。電流導入基板310において、面SF1の形状(従って面SF2の形状)は任意であるが、ここでは円であるとする。面SF1及びSF2間を貫通する円柱形状の4つのボルト穴311が、電流導入基板310の外周部に分散形成されている。

【0112】

電流導入基板310の面SF1上には、コネクタCN1fが実装されており、電流導入基板310の面SF2上には、コネクタCN2fが実装されている。コネクタCN1f及びCN2fの夫々は、樹脂又はセラミックス等の絶縁体にて構成されたケースと、ケースから突出した複数の金属端子とを備えるスルーホール型コネクタである。但し、コネクタCN1f及びCN2fとして表面実装型コネクタを用いることも可能である。コネクタCN2fの配置位置は、X軸又はY軸方向において、コネクタCN1fの配置位置からずれている。

【0113】

10

20

30

40

50

図20を参照し、コネクタCN1f及びCN2f間の導通の確保方法を説明する。図20において、符号312は、電流導入基板310に設けられた内層を表し、符号321及び326は、面SF1の互いに異なる位置に設けられた金属部を表し、符号325及び324は、面SF2の互いに異なる位置に設けられた金属部を表し、符号322及び323は、内層312の互いに異なる位置に設けられた金属部を表す。電流導入基板310に2以上の内層が設けられていても良いが、ここでは、1つの内層312にのみ注目する。

【0114】

電流導入基板310は、貫通ビアホール313及び314と、貫通ビアホール313及び314を内層312内で導通させる内層配線315と、を備える。金属部321、322及び325はZ軸方向に沿って一直線上に並び、金属部326、323及び324はZ軸方向に沿って一直線上に並ぶ。XY面において、貫通ビアホール313及び314の配置位置は互いにずれている。

10

【0115】

金属部321、322及び325は、貫通ビアホール313の構成要素ではない金属部であって且つ貫通ビアホール313と導通する金属部であると考えられることもできるが、ここでは、金属部321、322及び325は、貫通ビアホール313を構成する金属部の一部であると考えられる。同様に、金属部326、323及び324は、貫通ビアホール314の構成要素ではない金属部であって且つ貫通ビアホール314と導通する金属部であると考えられることもできるが、ここでは、金属部326、323及び324は、貫通ビアホール314を構成する金属部の一部であると考えられる。

20

【0116】

スルーホール型コネクタとして形成されたコネクタCN1fの金属端子は、面SF1側から貫通ビアホール313に挿入されて面SF2から突出し、面SF2に形成されたランド（貫通ビアホール313と導通したランドであって、金属部325に相当）とはんだ付けにより接合される。同様に、スルーホール型コネクタとして形成されたコネクタCN2fの金属端子は、面SF2側から貫通ビアホール314に挿入されて面SF1から突出し、当該金属端子が面SF1に形成されたランド（貫通ビアホール314と導通したランドであって、金属部326に相当）とはんだ付けにより接合される。

【0117】

本実施形態では、互いに導通し合う貫通ビアホール313、内層配線315及び貫通ビアホール314の組から成る単位電流導入部が、電流導入基板310に複数形成されることになり、配線群WR1を形成する複数の配線が、コネクタCN1f、複数の単位電流導入部及びコネクタCN2fを介し、配線群WR2を形成する複数の配線と接続され且つ導通することになる。

30

【0118】

また、電流導入基板310において、コネクタCN2f及び貫通ビアホール314の近傍には、面SF1及びSF2間を貫通する通気孔328が設けられている。通気孔328の機能については後述の説明から明らかとなる。

【0119】

貫通ビアホール313及び314の穴部が、第1実施形態の如く充填材料にて充填されることは無い。このため、貫通ビアホール313又は314を介した、面SF1及びSF2間の空気漏れが懸念されるが、そのような空気漏れの問題は、以下に示す構造の採用により解消される。

40

【0120】

図21は、電流導入基板310を用いたX線イメージング装置1の部分的な分解斜視図である。図21の構造が採用されたX線イメージング装置1は、電流導入基板310と、基板結合物品350及び360と、チャンバー370と、基板結合物品350及び電流導入基板310間の密封に使用されるゴムリング383と、電流導入基板310及び基板結合物品360間の密封に使用されるゴムリング381と、基板結合物品360及びチャンバー370間の密封に使用される銅製のガスケット382と、を備えて構成される。ゴム

50

リング３８１及び３８３は、一般的にＯリングと称されるシール部品であって、円形の断面を有する輪状のゴムである。

【０１２１】

図２２は、基板結合部品３５０及び電流導入基板３１０がゴムリング３８３を介して接合され、且つ、電流導入基板３１０及び基板結合部品３６０がゴムリング３８１を介して接合され、且つ、基板結合部品３６０及びチャンバー３７０がガスケット３８２を介して接合されている様子を示す、Ｘ線イメージング装置１の部分断面図である。電流導入基板３１０並びに基板結合部品３５０及び３６０間の接合は、基板結合部品３５０及び３６０間に電流導入基板３１０を挟み込んで固定することで実現される。尚、図２２は、電流導入基板３１０に設けられたボルト穴３１１と、基板結合部品３５０及び３６０並びにチャンバー３７０に設けられた後述のボルト穴３５２、３６４、３６５及び３７１とを通過せず、且つ、通気孔３２８を通過する断面による断面図である。

10

【０１２２】

チャンバー３７０が図１のチャンバー２０として機能し、且つ、電流導入基板３１０並びに基板結合部品３５０及び３６０にて図１の電流導入端子部１０が形成されることが出来る。尚、基板結合部品３６０及びチャンバー３７０を一体のチャンバーとして構成するようにしても良い（この場合、ガスケット３８２は不要）。

【０１２３】

基板結合部品３５０及び３６０は、円盤状の部品であり、チャンバー３７０は、円筒状の部品である。基板結合部品３５０及び３６０並びにチャンバー３７０はステンレス鋼などの金属にて形成される。基板結合部品３５０における円盤の中心軸と、基板結合部品３６０における円盤の中心軸と、チャンバー３７０における円筒の中心軸は共通しており、Ｚ軸に平行である。基板結合部品３６０の外周部分を用いてチャンバー３７０と結合するべく、基板結合部品３６０の円盤における半径は、基板結合部品３５０の円盤における半径よりも大きい。

20

【０１２４】

基板結合部品３５０には、Ｚ軸方向において貫通する穴部３５１が設けられており、基板結合部品３５０と電流導入基板３１０を結合した際、穴部３５１内にコネクタＣＮ１ｆが位置することになる。ここでは、ＸＹ面上における穴部３５１の形状は長方形形状となっているが、その形状は任意である。また、基板結合部品３５０の上面及び下面間を貫通する複数のボルト穴３５２が穴部３５１を取り囲む位置に分散形成される。

30

【０１２５】

基板結合部品３６０の中央部にはＺ軸方向において貫通する穴部３６１が設けられており、基板結合部品３６０と電流導入基板３１０を結合した際、穴部３６１内にコネクタＣＮ２ｆが位置することになる（図２２参照）。ここでは、ＸＹ面上における穴部３６１の形状は長方形形状となっているが、その形状は任意である。また、基板結合部品３６０の上面３６３において、穴部３６１を取り囲む位置には、ゴムリング３８１を嵌め込むための輪状の溝３６２が形成されている。図２１では、溝３６２をドット領域（ドットで満たされた領域）で示している。また、基板結合部品３６０の上面及び下面間を貫通する複数のボルト穴３６４が溝部３６２を取り囲む位置に分散形成され、且つ、基板結合部品３６０の上面及び下面間を貫通する複数のボルト穴３６５も溝部３６２を取り囲む位置に分散形成される。

40

【０１２６】

図２３は、基板結合部品３５０の下面（電流導入基板３１０の面ＳＦ１に対して対向する面）側から見た、基板結合部品３５０の平面図である。基板結合部品３５０の下面には、穴部３５１に隣接して、ゴムリング３８３を嵌め込むための輪状の溝３５３が形成され、且つ、その輪状の溝３５３の内側には、凹部３５４が設けられている。図２３では、溝３５３と凹部３５４をドット領域（ドットで満たされた領域）で示している。凹部３５４は、基板結合部品３５０における金属と面ＳＦ１から突出するコネクタＣＮ２ｆの金属端子との接触を回避するための溝部である（図２２参照）。また、図２１を参照し、基板結

50

合部品 360 の上面 363 において、輪状の溝 362 にて囲まれた領域の外側には、凹部 367 が設けられている。凹部 367 は、基板結合物品 360 における金属と面 SF2 から突出するコネクタ CN1f の金属端子との接触を回避するための溝部である（図 22 参照）。

【0127】

基板結合物品 350 のボルト穴 352 及び電流導入基板 310 のボルト穴 311 は単純な円柱状の穴である一方で、基板結合物品 360 のボルト穴 364 の内部にはネジ山が形成されている。ゴムリング 383 を溝部 353 に嵌め込み且つゴムリング 381 を溝部 362 に嵌め込んだ状態で、電流導入基板 310 を基板結合物品 350 と基板結合物品 360 との間に挟み込み、ボルト穴 352、311 及び 364 を利用して、複数のボルト 391 により、基板結合物品 350、電流導入基板 310 及び基板結合物品 360 を結合する。これにより、電流導入基板 310 の面 SF1 における輪状の第 1 所定部分がゴムリング 383 と密着し、ゴムリング 383 の内側と外側との間の流体（ここでは気体）の通過が阻止される。同様に、電流導入基板 310 の面 SF2 における輪状の第 2 所定部分がゴムリング 381 と密着し、ゴムリング 381 の内側と外側との間の流体（ここでは気体）の通過が阻止される。

10

【0128】

尚、電流導入基板 310 の面 SF1 において、少なくともゴムリング 383 と接する上記第 1 所定部分には、金メッキ面を露出して形成しておくことが良い。第 1 実施形態と同様に、ゴムリング 383 による気密性の向上を図るためである。同様に、電流導入基板 310 の面 SF2 において、少なくともゴムリング 381 と接する上記第 2 所定部分には、金メッキ面を露出して形成しておくことが良い。第 1 実施形態と同様に、ゴムリング 381 による気密性の向上を図るためである。

20

【0129】

チャンバー 370 における上面の外周部分に存在する肉部 372 には複数のボルト穴 371 が分散形成されている。基板結合物品 360 のボルト穴 365 は単純な円柱状の穴である一方で、チャンバー 370 のボルト穴 371 の内部にはネジ山が形成されている。図示の簡略化上、図 21 には示されていないが、肉部 372 において、複数のボルト穴 371 の各中心を結んで形成される円の内側には、ガスケット 382 を嵌め込むための輪状の溝部が形成されている。その溝部と、基板結合物品 360 の下面との間に、ガスケット 382 を挟み込んだ状態で、基板結合物品 360 のボルト穴 365 とチャンバー 370 のボルト穴 371 を利用して、複数のボルト 392 により、基板結合物品 360 及びチャンバー 370 を結合する。

30

【0130】

基板結合物品 350、電流導入基板 310、基板結合物品 360 及びチャンバー 370 を上述の如く結合したとき、コネクタ CN1f の金属端子が面 SF2 から突出することになるが、その突出した金属端子は金属の存在しない凹部 367 に位置することになって当該金属端子と基板結合物品 360 との接触が回避され、且つ、コネクタ CN2f の金属端子が面 SF1 から突出することになるが、その突出した金属端子は金属の存在しない凹部 354 に位置することになって当該金属端子と基板結合物品 350 との接触が回避される。また、基板結合物品 350、電流導入基板 310、基板結合物品 360 及びチャンバー 370 を上述の如く結合したとき、凹部 354 と電流導入基板 310 の面 SF1 とで囲まれた第 1 空間と、通気孔 328 内の空間である第 2 空間と、基板結合物品 360 の内壁（穴部 361 の外周壁）とチャンバー 370 の内壁とで囲まれた第 3 空間とが繋がっており、第 1 空間～第 3 空間の全体が、真空とされるべき空間 SP2 となる。

40

【0131】

図 22 には示されていないが（図 1 参照）、空間 SP1 において、コネクタ CN1f の各金属端子は複数の配線から成る配線群 WR1 を介してセンサ駆動 / 信号処理部 50 に接続される一方、空間 SP2 において、コネクタ CN2f の各金属端子は複数の配線から成る配線群 WR2 を介して X 線イメージセンサ 40 に接続される。配線群 WR1 を形成する

50

各配線は、ケーブルであっても良いし、基板上のパターンを含んでいても良い。配線群WR2についても同様である。

【0132】

センサ駆動/信号処理部50及びX線イメージセンサ40は、配線群WR1と、コネクタCN1fの金属端子と、電流導入基板310に形成された貫通ビアホール313、貫通ビアホール314及び内層配線315(図20参照)と、コネクタCN2fの金属端子と、配線群WR2と、を介して接続され、それらを介して独立した複数の電気信号(例えば、センサ制御信号及び撮像信号を含む)を送受信できると共に、それらを介してセンサ駆動/信号処理部50はX線イメージセンサ40に駆動電力を供給できる。

【0133】

第3実施形態によっても、第1実施形態と同様の、コンタクト配置の高密度化等の効果が得られる。

【0134】

尚、電流導入基板310の面SF1にコネクタを1つだけ実装する例を上述したが、電流導入基板310の面SF1に複数のコネクタを実装するようにしても良い。同様に、電流導入基板310の面SF2に複数のコネクタを実装するようにしても良い。

【0135】

また、ゴムリング381及び383の形状及び大きさを互いに同じとし、電流導入基板310を挟んで互に対向する位置にゴムリング381及び383を配置した状態で(図22参照)、基板結合部品350及び360並びに電流導入基板310が結合されるようにすると良い。これにより、電流導入基板310の厚さ方向において、電流導入基板310の何れの箇所にも空間SP1及びSP2間の圧力差(気圧差)が加わらないようになるため、電流導入基板310の厚みを薄くすることが可能となる。

【0136】

<<第4実施形態>>

本発明の第4実施形態を説明する。第4実施形態では、上述の基本実施形態及び第1～第3実施形態の何れか又は全てについての補足説明や、上述の基本実施形態及び第1～第3実施形態の何れか又は全てに適用可能な各種の応用技術及び変形技術などを説明する。第4実施形態は、以下の実施例EX4__1～EX4__9を含む。実施例EX4__1～EX4__9の内、任意の何れかの実施例に記載した事項を、矛盾無き限り、任意の他の実施例に適用することができる。以下の実施例EX4__1～EX4__9では、基本的に、上述の複数の実施形態に共通の事項を説明するため、部品の名称に対して参照符号の付記が省略されることがある。例えば、以下の実施例EX4__1～EX4__9では、単に電流導入基板と記されることがあるが、それは、電流導入基板11、110、210又は310を指す。

【0137】

[実施例EX4__1]

実施例EX4__1を説明する。上述の第1～第3実施形態によれば、2つの配線の組ごとに、10Gbps(Gigabits per second)オーダーの信号送受信を実現可能となる。特に第1実施形態の構造では、上述の如く、配線を直線的に導入するため分布定数の設計が容易となり、広帯域化に有利である。また、直線的な導入は高密度化にも寄与し、配線設計が明瞭となる。

【0138】

第2及び第3実施形態の構造では、配線を内層にて走らせる分、面SF1側のコンタクトの位置と面SF2側のコンタクトの位置とがオフセットし、オフセット分だけ、第1実施形態よりも、実装に必要な面積が大きくなる(換言すればコンタクトの導入密度が低下する)。但し、第2及び第3実施形態において、電流導入基板に2以上の内層を設けた場合、或る単位電流導入部を構成する内層配線と他の単位電流導入部を構成する内層配線とを電流導入基板の内層内で交差させることもでき、当該交差を利用すれば、上記オフセットによる弊害を低減できる。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 9 】

[実施例 E X 4 __ 2]

実施例 E X 4 __ 2 を説明する。第 2 又は第 3 実施形態では、電流導入基板の面 S F 1 又は S F 2 に実装されるべきコネクタとして、表面実装型コネクタを利用することもできるしスルーホール型コネクタを利用することもできるが、第 1 実施形態では、電流導入基板の面 S F 1 及び S F 2 に実装されるべきコネクタとして、表面実装型コネクタのみが採用可能である。広帯域コネクタとしては、主に表面実装型コネクタが実用化及び市販されており、多くの場合、問題にならない。

【 0 1 4 0 】

また、第 1 実施形態に属する実施例 E X 1 __ 4 で述べたのと同様、第 2 又は第 3 実施形態において、電流導入基板の面 S F 1 上のコンタクト（コネクタ C N 1 e 又は C N 1 f の金属端子と導通すべきパッド又はランド等の金属部）に対し、フレキシブルケーブル等のケーブルを直接接続するようにしても良く、電流導入基板の面 S F 2 上のコンタクト（コネクタ C N 2 e 又は C N 2 f の金属端子と導通すべきパッド又はランド等の金属部）に対し、フレキシブルケーブル等のケーブルを直接接続するようにしても良い。

10

【 0 1 4 1 】

[実施例 E X 4 __ 3]

実施例 E X 4 __ 3 を説明する。上述の如く、本発明の各実施形態では、汎用的な各種コネクタを電流導入基板に実装することができ、図 2 5 又は非特許文献 1 に示されたような従来のピン構造に限定される従来技術と比べてメリットが大きい。この際、本発明の各実施形態では、電流導入基板に実装可能なコネクタ（C N 1 a ~ C N 1 f、C N 2 a ~ C N 2 f）として、ストレートな構造を持つオス端子タイプのコネクタだけでなく、一般的にバネなどの複雑な構造を持つメス端子タイプのコネクタも利用可能である（上記従来技術では利用不可）。オス端子のみという従来の電流導入端子の制約から解放されることで、コネクタの選択及び設計の自由度が飛躍的に広がる。

20

【 0 1 4 2 】

尚、電流導入基板に設けられるコンタクト（パッド又はランド）のピッチ（X 軸又は Y 軸方向のコンタクト間隔）は、面 S F 1 及び S F 2 間で、互いに同じであっても良いし、互いに異なっても良い。図 2 5 又は非特許文献 1 に示されたような従来のピン構造では、大気側のピッチと真空側のピッチは同じにかできないという制約がある。

30

【 0 1 4 3 】

[実施例 E X 4 __ 4]

実施例 E X 4 __ 4 を説明する。上述の説明では、ガラスエポキシ基板にて電流導入基板を形成することを主として想定したが、ガラスエポキシ基板に分類されない任意のプリント基板にて電流導入基板を形成することも可能である。例えば、セラミックス基板にて電流導入基板を形成するようにしても良い。

【 0 1 4 4 】

第 2 及び第 3 実施形態において、セラミックス基板にて電流導入基板を形成すれば、電流導入基板が結合されたチャンバー全体をベーキングすることが可能となるため、超高真空（例えば 1.0×10^{-9} Torr 程度の真空）にも対応可能となる。第 2 及び第 3 実施形態において、セラミックス基板を用いて超高真空対応を行う場合においては、ゴムリングを用いる代わりに、セラミック基板と基板結合部品とをメタライズロウ付けにて結合しても良い（即ち、セラミック基板にメタライズを施すことによりセラミック基板を基板結合部品と直接ロウ付けにて結合しても良い）。

40

【 0 1 4 5 】

第 1 実施形態においても、セラミックス基板にて電流導入基板を形成しても構わないが、貫通ビアホールの充填用の充填材料（例えば樹脂材料）の存在により、電流導入基板に対するベーキングが不能となるため、セラミックス基板にて電流導入基板を形成するメリットが無い又は少ない。

【 0 1 4 6 】

50

また、第１～第３実施形態において、空間ＳＰ２に接する各部品に鏡面処理を施すことで、アウトガスの抑制を図ると良い。

【０１４７】

また、第１～第３実施形態において、空間ＳＰ２内の配線群ＷＲ２中の各ケーブルに樹脂による絶縁被膜を設ける場合にあつては、当該樹脂として、低アウトガスの特性を有する樹脂（例えばポリイミド、ポリテトラフルオロエチレン）を用いると良い。

【０１４８】

また、第１～第３実施形態において、空間ＳＰ２内に配置されるコネクタのケースにガス抜き穴を設けておくると良い。即ち、電流導入基板の面ＳＰ２に実装されるコネクタと、そのコネクタに連結すべきコネクタとを接続する作業を大気中にて行ったとき、接続された２つのコネクタのケース内の空間（空気だまり）に空気が溜まり、その後に空間ＳＰ２内を真空引きしようとしたとき、コネクタのケース内に溜まった空気が長時間にわたって空間ＳＰ２内に漏れ出て、速やかなる真空度の向上を阻害することがある。ガス抜き穴は、上記空間（空気だまり）とコネクタのケースの外周面とを貫通する穴であり、ガス抜き穴を設けることで、真空引き時の空気の残留を抑制できる。

【０１４９】

[実施例ＥＸ４__５]

実施例ＥＸ４__５を説明する。上述の各実施形態において、電流導入基板の厚さは任意であるが、電流導入基板の厚さを必要に応じて大きくすることで、電流導入基板の機械的強度を向上させ、耐圧を上げることができる。チャンバー内外の圧力差（即ち空間ＳＰ２及びＳＰ１間の気圧差）に応じて電流導入基板の材質を適切に選定することでも、電流導入基板の機械的強度及び耐圧を向上させて、圧力差に抗することができる。

【０１５０】

また特に例えば、スルーホール型コネクタを電流導入基板に実装した場合において、当該スルーホール型コネクタに連結されるべきコネクタを当該スルーホール型コネクタに差し込んで接続する際に、当該スルーホール型コネクタの実装部分に相応の応力が加わって、電流導入基板にダメージが加わる（電流導入基板が折れる又は電流導入基板に亀裂が生じる）おそれもある。従って、このような場合には、電流導入基板の、スルーホール型コネクタの実装面とは反対側の面にフランジを設けて、上記ダメージの発生を防止するようにしても良い。これは、特に電流導入基板が薄い場合に有益であり、電流導入基板の厚み

【０１５１】

[実施例ＥＸ４__６]

実施例ＥＸ４__６を説明する。電流導入基板に設ける金属配線の線幅の調整により許容電流を自由に設計でき、その線幅を大きくして金属配線の表面積を大きくすることで大電流への対応も可能となる。窒化アルミニウムセラミックスを用いて電流導入基板を形成することで放熱力を強化することも可能である。また、電流導入基板の線間距離及び層間距離の調整並びに電流導入基板の基板材料の選定を通じて、許容電圧も自由に設計できる。

【０１５２】

[実施例ＥＸ４__７]

実施例ＥＸ４__７を説明する。第１～第３実施形態において、電流導入基板、基板結合部品及びチャンバー間の結合方法は、上述したものに限定されず、様々な形態でそれらの結合を実現できる。基板結合部品及びチャンバーのボルト穴にネジ穴を形成する形態を上述したが、例えば、適宜フランジ等を設けつつ、ボルト及びナットを用いて、電流導入基板、基板結合部品及びチャンバー間の結合を実現しても良い。

【０１５３】

[実施例ＥＸ４__８]

実施例ＥＸ４__８を説明する。本発明に係る電流導入端子は、チャンバー２０内の環境をチャンバー２０外の環境と異なる環境に保持しつつ、チャンバー２０外からチャンバー

２０内に電流（データ等を示す電気信号又は電力）を導入する又はチャンバー２０内からチャンバー２０外に電流（データ等を示す電気信号又は電力）を導入する。

【０１５４】

チャンバー２０内の環境とチャンバー２０外の環境の相違は、気圧の相違を含んでいて良く、典型的には、上述の如く、チャンバー２０内の圧力（空間ＳＰ２における気圧）はチャンバー２０外の圧力（空間ＳＰ１における気圧）よりも低い、その逆もあり得て良い。つまり、図１のＸ線イメージング装置１は、チャンバー２０と電流導入端子部１０とを含む複数の部品を結合して形成され、チャンバー２０内の気圧をチャンバー２０外の気圧と異なる気圧に保つ気圧保持装置を含んでいると言える。気圧保持装置が備える上記複数の部品には、真空ポンプ６０が含まれていると考えることができる他、第１～第３実施形態においては、ゴムリング、ガスケット及び基板結合部品も含まれていると考えるようにしても良い。

10

【０１５５】

チャンバー２０内とチャンバー２０外とで、湿度や温度、存在するガスの種類が異なっても良い。チャンバー２０内の環境をチャンバー２０外の環境と異なる環境に保持する装置（図１では、チャンバー２０及び真空ポンプ６０を含んで構成される装置）は、チャンバー２０内とチャンバー２０外との間の流体の通過を抑止する機能を備えており、上述の各実施形態において、当該流体は気体であるが、当該流体は液体を含んでいても良い。

【０１５６】

20

[実施例 Ｅ Ｘ ４ ー ９]

実施例 Ｅ Ｘ ４ ー ９ を説明する。上述の各実施形態に挙げたＸ線イメージング装置は、撮像装置に属するＸ線撮像装置であるが、本発明は任意の撮像装置に対しても適用可能である。即ち、上述のＸ線イメージセンサ４０を可視光イメージセンサ又は放射線イメージセンサに置き換えることができ、これにより可視光撮像装置又は放射線撮像装置を形成できる。上述のＸ線イメージセンサ４０はＸ線を入射光として受けて入射光の光学像を示す撮像信号を出力するのに対し、可視光イメージセンサは可視光を入射光として受けて入射光の光学像を示す撮像信号を出力し、放射線イメージセンサは放射線を入射光として受けて入射光の光学像を示す撮像信号を出力する。ここで、放射線は、少なくともガンマ線及びＸ線を含み、更に紫外線（特に例えば極紫外線）を含み得る。また、上述のＸ線イメージセンサ４０を電子顕微鏡用イメージセンサに置き換えることもでき、これにより電子顕微鏡を撮像装置として形成することもできる。

30

【０１５７】

更に、本発明の適用範囲は撮像装置に限定されない。即ち、チャンバー２０内に設置されて配線群ＷＲ２に接続される機器は、イメージセンサに限定されず、配線群ＷＲ２を通じて電力の供給を受けると共に電気信号の送受信を行う機器であれば任意である。例えば、本発明は、Ｘ線検出器、軟Ｘ線検出器、ＥＵＶ（extreme ultraviolet）検出器及びＴＥＭ（透過型電子顕微鏡）に加えて、加速器、半導体製造装置及び宇宙産業機器などにも広く適用可能である。

【０１５８】

40

< < 発明の考察 > >

本発明について考察する。

【０１５９】

本発明の一側面に係る電流導入端子Ｗ_１は、チャンバー（例えば２０、１７０）の気密性を保持しつつ前記チャンバー内に電流を導入する電流導入端子（例えば１０）において、前記チャンバー外の環境下に位置するべき第１面（例えばＳＦ１）及び前記チャンバー内の環境下に位置するべき第２面（例えばＳＦ２）を互いに対向する２面として有し、前記チャンバー外の環境と前記チャンバー内の環境を隔てる樹脂製の絶縁基板（例えば１１、１１０）を備え、前記絶縁基板に前記第１面及び前記第２面間を貫通する複数の貫通ビアホールを設けて、各貫通ビアホールの穴部に所定の充填材料（例えば１３３）を充填し

50

、前記第1面及び前記第2面の夫々において、前記複数の貫通ビアホールにおける複数の穴部を覆う金属製の複数のパッド（例えばPD1、PD2）を形成することで、前記第1面及び第2面間の電力又は電気信号の伝達を可能とするとともに、各穴部を介した前記第1面及び第2面間の流体の通過を抑制したことを特徴とする。

【0160】

これにより、チャンバーの気密性を保持しつつ従来技術の限界を大きく超える高密度での配線（電流導入）が可能となる。また、図25又は非特許文献1に示されたような従来のピン構造と比べ、製造が非常に容易な簡素な構成とすることが可能となり、必要なコストが大幅に低減され（例えば1/10程度に低減され）、大量製作も可能となる。更に、第1面及び第2面の夫々に対して、市販される汎用コネクタを自由に選択及び利用できることも期待されるため、汎用性が飛躍的に向上する。

10

【0161】

具体的には例えば、電流導入端子 W_1 に関し、各パッドは、当該パッドに導通すべき端子との接続面とされ、当該パッドにより前記充填材料の露出を回避すると良い。当該充電材料として例えば樹脂材料を用いて良い。

【0162】

電流導入のために必要となるパッドを充填材料の露出抑止用の部品としても機能させることにより（換言すれば、充填材料の露出抑止用の部品を電流導入用のパッドとして機能させることにより）、電流導入の高密度化と同時に充填材料の露出による弊害（例えばアウトガスの影響）を抑制することが可能となる。

20

【0163】

そして例えば、電流導入端子 W_1 において、前記第1面に形成された複数の第1パッドに対し、複数の金属端子を備えた第1表面実装型コネクタ（例えばCN1a）を実装するとともに、前記第2面に形成された複数の第2パッドに対し、複数の金属端子を備えた第2表面実装型コネクタ（例えばCN2a）を実装し、前記第1表面実装型コネクタの複数の金属端子を、前記複数の第1パッド、前記複数の貫通ビアホール及び前記複数の第2パッドを通じて、前記第2表面実装型コネクタの複数の金属端子に導通させると良い。

【0164】

これにより、極めて高密度な電流導入が可能となる。また、電流及び配線を直線的に導入できるため分布定数の設計が容易となり、広帯域化に有利である。

30

【0165】

この際例えば、電流導入端子 W_1 において、前記複数の第1パッド、前記複数の貫通ビアホール及び前記複数の第2パッドから成る組が、前記絶縁基板としての共通の絶縁基板に対し複数組設けられ、組ごとに前記第1表面実装型コネクタ及び前記第2表面実装型コネクタを前記共通の絶縁基板に実装すると良い。

【0166】

本発明の一側面に係る気圧保持装置 W_2 は、チャンバーと電流導入端子とを含む複数の部品を結合して形成され、前記チャンバー内の気圧を前記チャンバー外の気圧と異なる気圧に保つ気圧保持装置であって、前記電流導入端子として、電流導入端子 W_1 を用いたことを特徴とする。

40

【0167】

本発明の一側面に係るX線撮像装置 W_3 は、外部空間に対して内部の気圧が低く保たれたチャンバー（例えば20、170）内に複数のX線イメージセンサが配置され、各X線イメージセンサに対する信号処理回路（例えば50）が前記チャンバー外に設けられ、

前記チャンバーの気密性を保持しつつ前記複数のX線イメージセンサと前記信号処理回路とを導通させる電流導入端子として電流導入端子 W_1 を用いたことを特徴とする。

【0168】

尚、本発明の実施形態は、特許請求の範囲に示された技術的思想の範囲内において、適宜、種々の変更が可能である。以上の実施形態は、あくまでも、本発明の実施形態の例であって、本発明ないし各構成要件の用語の意義は、以上の実施形態に記載されたものに制

50

限されるものではない。上述の説明文中に示した具体的な数値は、単なる例示であって、当然の如く、それらを様々な数値に変更することができる。

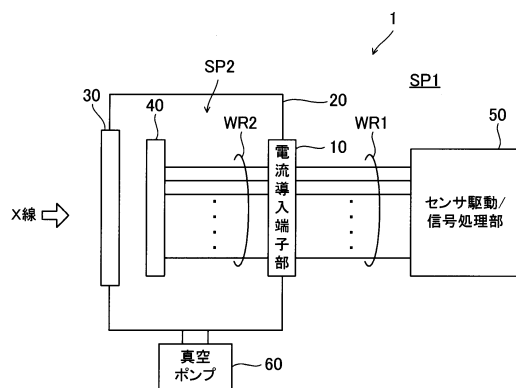
【符号の説明】

【 0 1 6 9 】

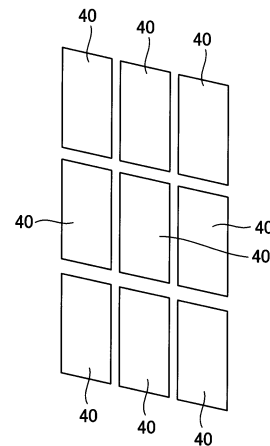
- 1 X線イメージング装置
- 10 電流導入端子部
- 20 チャンバー
- 30 X線通過窓
- 40 X線イメージセンサ
- 50 センサ駆動／振動処理部
- 60 真空ポンプ
- 11、110、210、310 電流導入基板
- SP1、SP2 空間
- SF1、SF2 面
- CN1a～CN1f、CN2a～CN2f コネクタ
- PD1、PD2 パッド

10

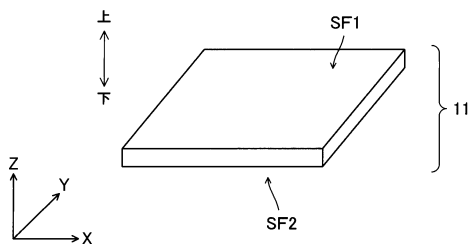
【図1】



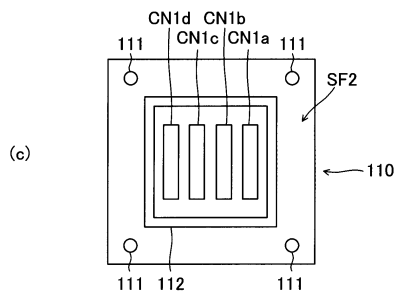
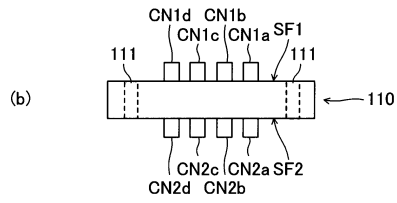
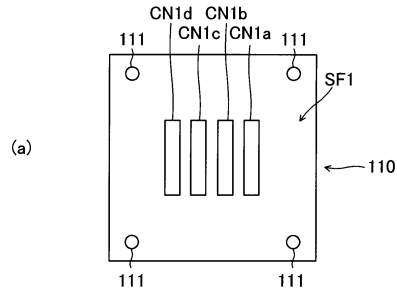
【図3】



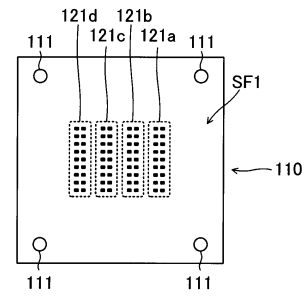
【図2】



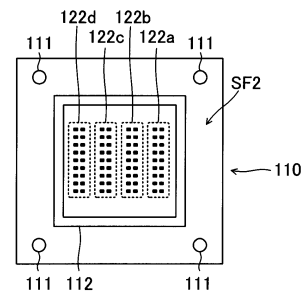
【図 4】



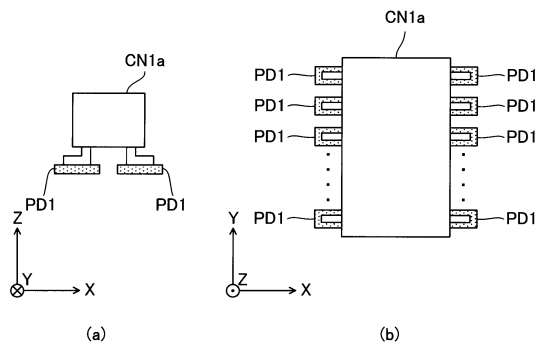
【図 5】



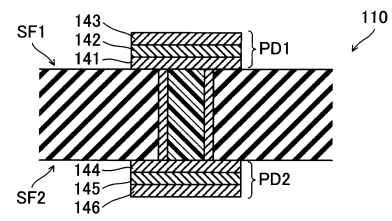
【図 6】



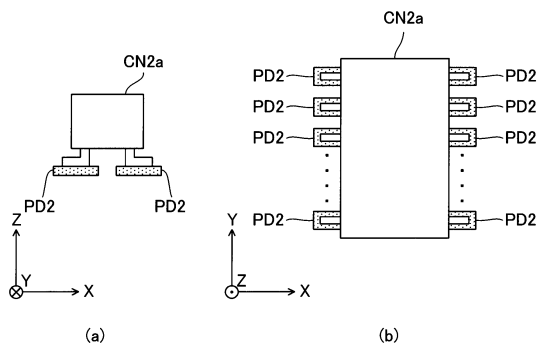
【図 7】



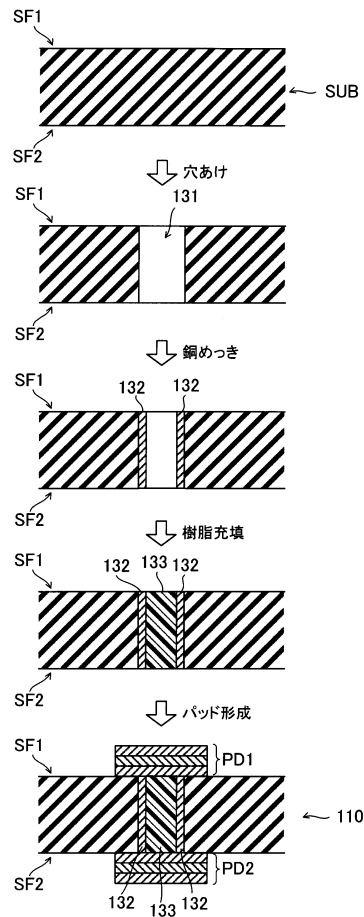
【図 9】



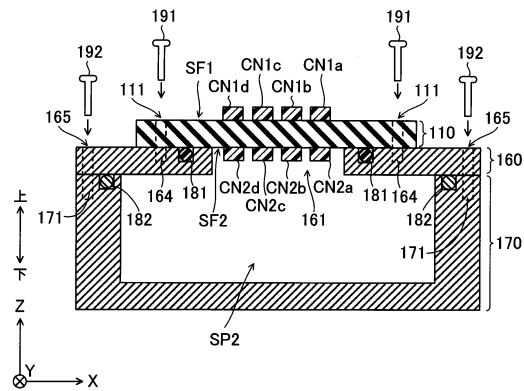
【図 8】



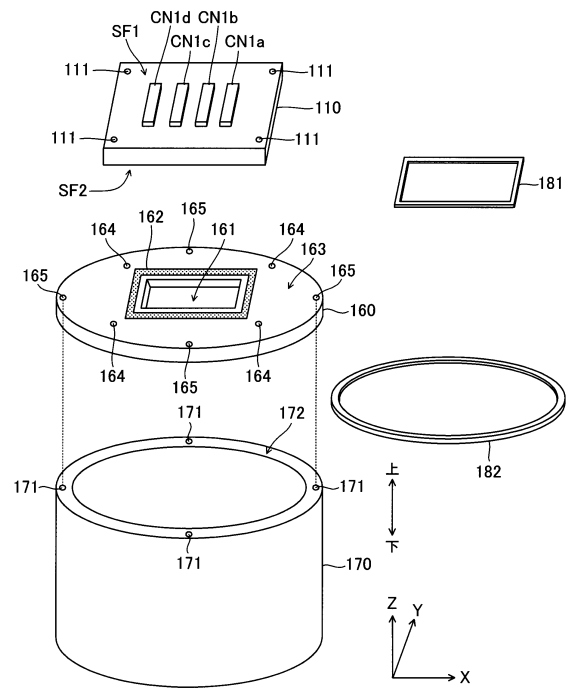
【図 10】



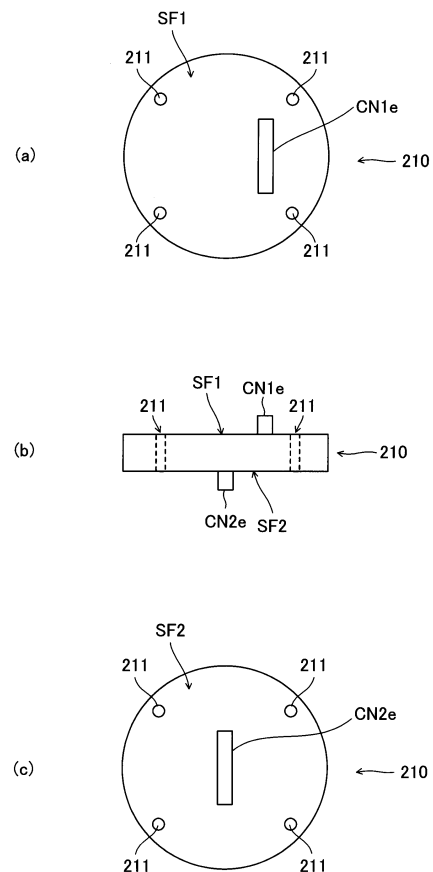
【図 12】



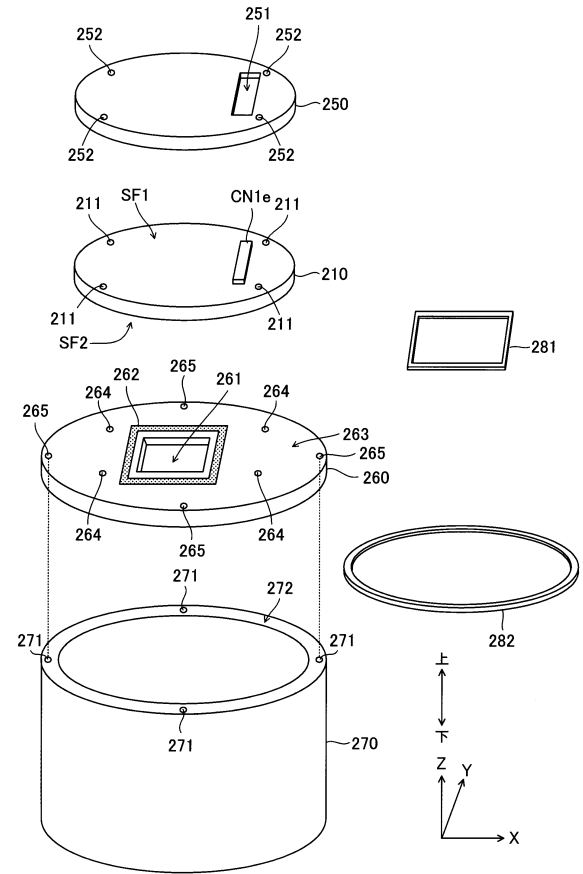
【図 11】



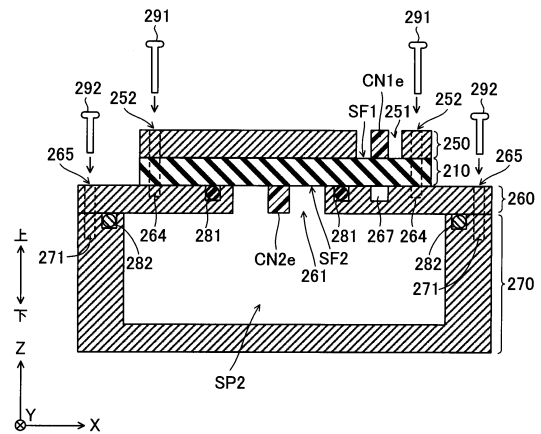
【図 13】



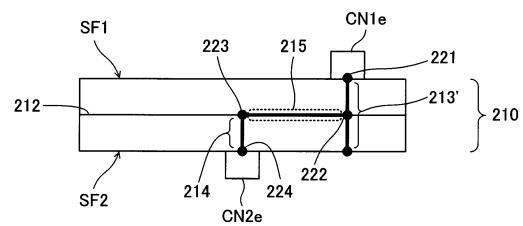
【 図 1 5 】



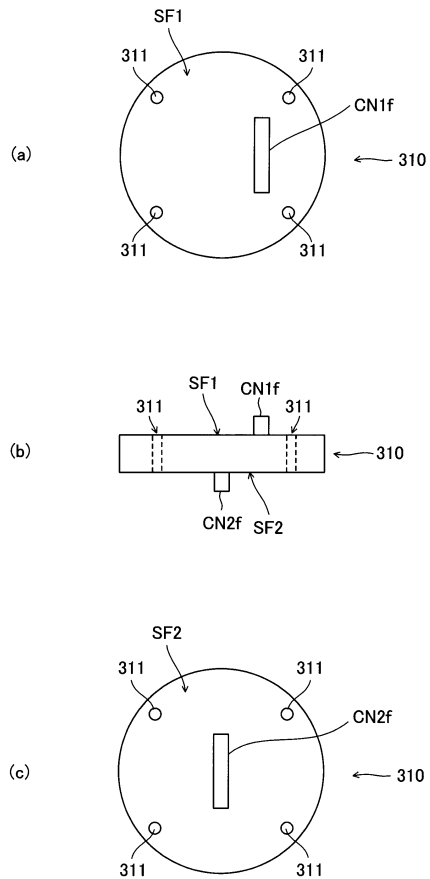
【 図 1 8 】



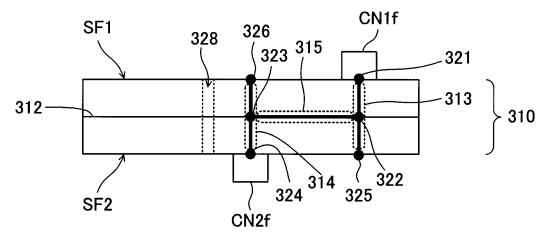
【 圖 1 7 】



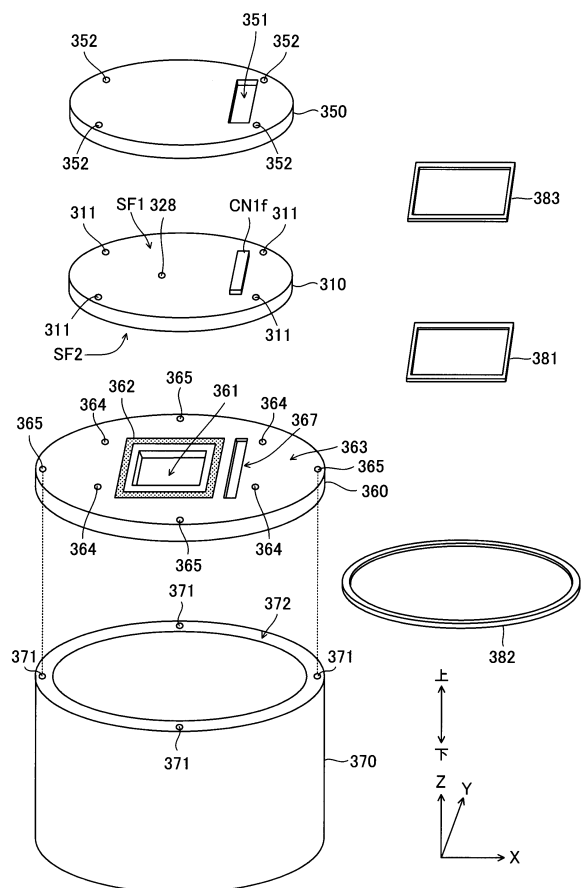
【図 19】



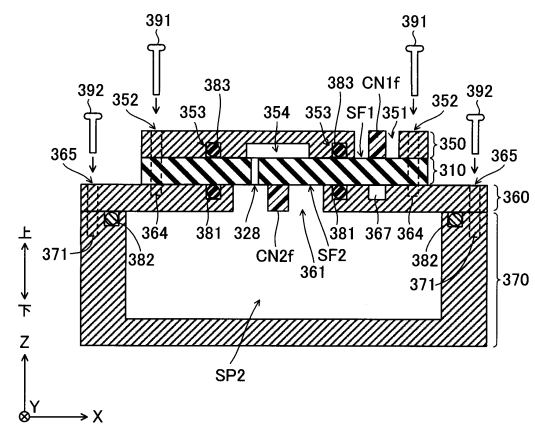
【図 20】



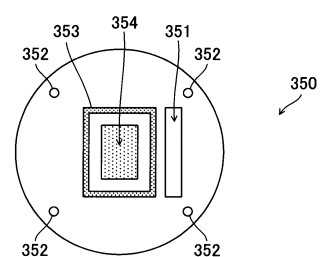
【図 21】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

(72)発明者 東末 敏明

埼玉県和光市広沢 2 番 1 号 国立研究開発法人理化学研究所内

審査官 小林 直暉

(56)参考文献 特開平 0 8 - 1 6 2 7 6 6 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 2 / 1 4 4 3 2 6 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 4 / 0 6 1 2 0 2 (W O , A 1)

実開平 0 2 - 1 3 7 7 6 4 (J P , U)

特開 2 0 1 4 - 0 1 1 2 8 8 (J P , A)

特開 2 0 1 3 - 1 2 4 0 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 J 5 / 4 2

G 0 1 T 7 / 0 0

H 0 5 K 1 / 1 1

H 0 5 R 1 2 / 5 7