(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
2012 年 2 月 2 日(02.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/015045 A1

(51) 国際特許分類:
G01T 1/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/067515

(22) 国際出願日: 2011 年 7 月 29 日(29.07.2011)

(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 2010-172597 2010 年 7 月 30 日(30.07.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社リガク(RIGAKU CORPORATION) [JP/JP]; 〒1968666 東京都昭島市松原町三丁目９番１２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): 渡邉 好章(WATANABE Yoshiaki) [JP/JP]; 〒1968666 東京都昭島市松原町三丁目９番１２号 株式会社リガク内 Tokyo (JP). 上ヱ地 義徳(UEJI Yoshinori) [JP/JP]; 〒1968666 東京都昭島市松原町三丁目９番１２号 株式会社リガク内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目７番１号 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, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

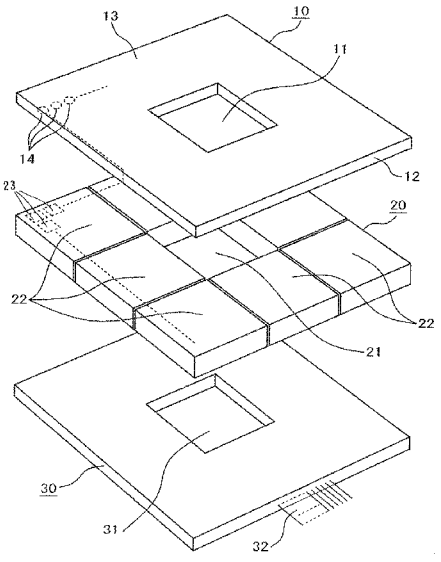
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: SEMICONDUCTOR X-RAY DETECTOR

(54) 発明の名称 : 半導体Ｘ線検出器

図１



(57) **Abstract**: This semiconductor X-ray detector comprises a semiconductor X-ray sensor section (10) and a reading section (20). The semiconductor X-ray sensor section (10) has an opening (11) substantially in the center and contains many X-ray sensors formed in a pixel pattern. The reading section (20) is arranged on the rear surface of the semiconductor X-ray sensor section and subjects signals output from the X-ray sensors to a predetermined process to thereby output detection signals. The reading section is configured by integrally assembling a plurality of reading units (22) in a plane. Each reading unit is formed in a rectangular shape, has a plurality of pads formed on the front surface thereof, is provided with a plurality of processing circuits and vias, and is provided with a plurality of pads on the rear surface thereof. The semiconductor X-ray sensor section and the reading section are formed integrally by being laminated.

(57) 要約: 半導体Ｘ線検出器は、略中央部に開口部１１を有し、内部に多数のピクセル状のＸ線センサを形成した半導体Ｘ線センサ部１０と、当該半導体Ｘ線センサ部の裏面に配置され、複数のＸ線センサから出力される信号の各々に所定の処理を行って検出信号を出力する読み出し部２０とを備える。読み出し部は、複数の読み出しユニット２２を平面状に一体に組み立てて構成され、各読み出しユニットは、それぞれ、矩形形状に形成され、表面に複数パッドを形成し、内部に複数の処理回路部や貫通ビアを備え、裏面に複数のパッドを備える。半導体Ｘ線センサ部と読み出し部は、積層して一体に形成される。

WO 2012/015045 A1

明　細　書

発明の名称 ： 半導体Ｘ線検出器

技術分野

［0001］　本発明は、各種分析において使用されるＸ線の検出を行う半導体Ｘ線検出器に関し、特に、試料からの回折Ｘ線を検出するのに適した新規な構造の半導体Ｘ線検出器に関する。

背景技術

［0002］　Ｘ線を利用した各種試料の分析は、試料の分解を伴わず、所謂、非破壊分析として広い分野において採用されている。従来、例えば、以下の特許文献１によれば、Ｘ線発生装置と二次元（エリア）Ｘ線検出器を搭載した、可搬なハンドヘルド型のＸ線回折計が既に知られている。

［0003］　一方、回折Ｘ線などの強度を検出するためには、一般に、感光フィルムなどのイメージングプレート（ＩＰ）が利用されてきたが、しかしながら、近年における半導体製造技術の著しい発展に伴い、各種の半導体によるＸ線検出器が開発されている。例えば、以下の特許文献２には、複数のピクセルを具備した光子カウントモード（ＰＣＭ）検出器であって、カドミウム亜鉛テルライド（ＣＺＴ）検出器と、一又は複数の読み出し回路を実装したＡＳＩＣチップとを組み合わせたものが既に開示されている。また、以下の特許文献３には、かかるピクセル（画素）を複数備えた装置において、当該画素により収集される線量をモニタリングする方法やそのためのＸ線検出装置も既に知られている。また、以下の特許文献４によれば、半導体Ｘ線アレイ検出器を利用したＸ線撮像装置も既に知られている。

［0004］　更には、以下の特許文献４には、検出器のコンパクト化と、そして、複数の単位画素検出器を並べた場合におけるデッドスペースの発生をなくした構造が既に開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第７６４６８４７号

特許文献2：特表２００７－５２４２３４号公報

特許文献3：特表２００７－５２９００４号公報

特許文献4：特開平８－１０２８９０号公報

特許文献5：特開２００３－６６１５１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上述した従来技術によれば、以下のような問題点がある。即ち、試料からのＸ線、特に、回折Ｘ線を検出する場合、Ｘ線は、三次元空間内において、試料を中心として同心円上に回折される。そのことから、かかる回折Ｘ線を検出するためには、半導体Ｘ線検出器も、従来のイメージングプレートなどと同様に、平面（二次元）的に広がる検出領域を備える必要がある。しかしながら、上記従来技術の検出器では、その構造や製造技術から、十分に大きなサイズの検出領域を確保することは難しく、そのため、例えば、上記特許文献１のＸ線回折計では、複数の一次元（リニア）センサ又は二次元（エリア）センサを組み合わせて使用すること、即ち、分散して配置された複数の半導体Ｘ線検出装置により、かかる回折Ｘ線を、個別に検出し、その後の処理において、これらを関連付けることにより分析を行っていた。そのため、精度の高い回折Ｘ線の分析は困難であった。

[0007] また、上記特許文献２～特許文献４にも開示されるように、半導体Ｘ線検出器では、特に、ＡＳＩＣを含むアレイ構造における配線部、特に、基板の表面上に配置される構造をその理由として、これらＸ線検出素子を所望の数だけ組み合わせて所望の形状のＸ線検出器とすることは困難であった。

[0008] なお、上記特許文献５では、複数の単位画素検出器を並べた場合におけるデッドスペースの発生をなくすことを目的として、各素子をその配線部である引き出しパッド部が外側に配列されるように、複数の検出素子を、二列に、配置している。しかしながら、かかる配置・構造では、検出素子を二列以上に亘って配置した場合には、デッドスペースが発生してしまい、やはり、

検出器を所望の数だけ組み合わせて所望の形状のＸ線検出器とすることは困難であった。

[0009] そこで、本発明は、上述した従来技術における問題点に鑑みて達成されたものであり、即ち、複数のユニットを組み合わせることにより所望の形状に構成することが可能な半導体Ｘ線検出素子を、特に、その中央部に開口部を形成して近距離での回折Ｘ線の検出に好適な形状に構成することが可能な、新たな構成の半導体Ｘ線検出器を提供することをその目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] まず、本発明によれば、上記の目的を達成するため、少なくとも略中央部に開口部を有する板状の外形を有し、その表面と裏面との間に複数のピクセル状のＸ線センサを形成した半導体Ｘ線センサ部と、前記半導体Ｘ線センサ部の裏面に配置され、当該半導体Ｘ線センサ部を構成する複数のＸ線センサから出力される信号の各々に所定の処理を行って検出信号を出力する読み出し部と、を備えた半導体Ｘ線検出器であって、前記読み出し部は、各々、板状の矩形形状に形成され、表面に複数の入力部を形成すると共に、その内部に複数の処理回路部と複数の貫通ビアとを備え、かつ、裏面に複数の出力端子を備えた読み出しユニットを、複数、平面状に一体に組み立てて構成されており、かつ、当該半導体Ｘ線センサ部と当該読み出し部とを積層して一体に形成した半導体Ｘ線検出器が提供される。

[0011] また、本発明では、前記に記載した半導体Ｘ線検出器において、前記半導体Ｘ線センサ部は、中央部に開口を有すると共に、その外形を、「ロ」の字状、「コ」の字状、又は、円形に形成されていることが好ましく、又は、前記半導体Ｘ線センサ部を構成する複数のピクセル状のＸ線センサの数は、前記複数の読み出しユニットにより構成された前記読み出し部の内部に形成された処理回路部の総数にほぼ等しいことが好ましい。そして、前記読み出し部を構成する前記複数の読み出しユニットの各々を、その内部に前記複数の処理回路部を３次元的に形成したＡＳＩＣにより構成することが、又は、前記読み出し部から出力される検出信号は、入射Ｘ線の強度信号であることが

好ましい。

[0012] また、本発明によれば、やはり上記の目的を達成するため、少なくとも略中央部に開口部を有する板状の外形を有し、その表面と裏面との間に複数のピクセル状のＸ線センサを形成した半導体Ｘ線センサ部と、前記半導体Ｘ線センサ部の裏面に配置され、当該半導体Ｘ線センサ部を構成する複数のＸ線センサから出力される信号の各々に所定の処理を行って検出信号を出力する読み出し部と、を備えた半導体Ｘ線検出器であって、前記読み出し部は、各々、板状の矩形形状に形成され、表面に複数の入力部を形成すると共に、その内部に複数の処理回路部と複数の貫通ビアとを備え、かつ、裏面に複数の出力端子を備えた、複数の読み出しユニットから構成されており、前記半導体Ｘ線センサ部は、前記読み出し部を構成する読み出しユニットの各々の表面に積層されて一体に形成されており、そして、前記読み出しユニットとその表面に一体に積層された前記半導体Ｘ線センサ部を単位として、複数を平面状に一体に組み立てられている半導体Ｘ線検出器が提供される。

発明の効果

[0013] 上述した本発明によれば、所望の形状に構成することが可能な半導体Ｘ線検出素子であって、特に、その中央部に開口部を形成して近距離での回折Ｘ線の検出に好適な形状に構成することが可能な半導体Ｘ線検出器を容易に提供することが可能となるという極めて優れた効果を発揮する。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施の形態になる半導体Ｘ線検出器の全体構成を示すための展開斜視図である。

[図2]上記半導体Ｘ線検出器の読み出しユニットの詳細を、Ｘ線センサ（セル）との関連により示す図である。

[図3]上記半導体Ｘ線検出器の読み出し部を、その裏面により示す斜視図である。

[図4]本発明になる半導体Ｘ線検出器を採用した場合の、Ｘ線分析装置全体の回路構成を示すブロック図である。

[図5]本発明になる半導体Ｘ線検出器による回折Ｘ線検出の一例を示すための斜視図である。

[図6]本発明の変形例になる半導体Ｘ線検出器の構造を示す展開斜視図である。

[図7]本発明の更に他の変形例になる半導体Ｘ線検出器の構造を示すための展開斜視図である。

[図8]本発明の更に他の変形例になる半導体Ｘ線検出器の構造を示すための展開斜視図である。

[図9]本発明の更に他の変形例になる半導体Ｘ線検出器の構造を示すための展開斜視図である。

[図10]本発明の更に他の変形例になる半導体Ｘ線検出器の構造を示すための展開斜視図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の実施の形態になる半導体Ｘ線検出器について、添付の図面を参照しながら詳細に説明する。

[0016] まず、添付の図１は、本発明になるＸ線検出器の全体構成を示す。この図において、符号１０は、例えば、ＣｄＴｅ、ＣｄＺｎＴｅ、その他の、所謂、半導体Ｘ線センサ部を示しており、以下にも詳述するように、半導体により外形略正方形状に形成され、かつ、その中央部に開口部（穴）１１を設けたＸ線検出部１２を有する。そして、当該Ｘ線検出部１２の一方の面（図の上面側）には、負の電位を印加するバイアス電極１３を、例えば、ＩＴＯ(Indium Tin Oxide)等の透明材料により形成すると共に、他方の面（図の下面側）には、所謂、Ｘ線のエネルギーによって発生する電子を検出するための検出電極１４、１４…が、多数のＸ線センサが、ピクセル状に形成されている。即ち、この半導体Ｘ線センサ部１０では、半導体からなるＸ線検出部１２を挟んで配置されたバイアス電極１３と検出電極１４により、多数のピクセル状のＸ線センサ（セル）が形成され、アレイ状に並んで配置されている。なお、図のように、この半導体センサ部１０を中空形状に形成することによ

れば、以下にも詳述するが、特に、試料から発生するリング状の回折Ｘ線の強度を検出することにおいて、優れた効果を発揮することが出来る。

[0017] 次に、上述した半導体Ｘ線センサ部１０の下面には、同様の形状をした（即ち、外形略正方形状であり、かつ、その中央部に開口部（穴）２１を設けた）読み出し部２０が設けられている。この読み出し部２０は、図からも明らかなように、複数の部分（読み出しユニット２２、２２…：なお、本例では８個）を組み合わせることにより構成されており、そして、それぞれ、所謂、ＡＳＩＣ(Application Specific Integrated Circuit)により、Ｓｉ貫通ビア（シリコン製半導体チップの内部に垂直に貫通する電極）などにより、種々の回路が３次元的に構成されている。また、その表面には、多数の、読出し部２３、２３…が、上記半導体Ｘ線センサ部１０の検出電極１４、１４…に対応する位置に形成されている。そして、この読み出し２０の下方には、更に、同様の形状をした（即ち、外形略正方形状であり、かつ、その中央部に開口部（穴）３１を設けた）例えば、ワイヤボンディングパッドからなる配線部３０が設けられ、当該配線部３０の一部（本例では、側壁部）に設けた端子部３２を介して、上記多数のＸ線センサ（検出電極１４、１４…）からの出力が出力されると共に、後にも述べる必要な各種の電圧が、上記読み出し部２０を介して、半導体Ｘ線センサ部１０へ供給される。

[0018] 次に、添付の図２には、上記ＡＳＩＣからなる読み出し部２０、特に、読み出し部を構成する読み出しユニット２２の詳細が、上記半導体Ｘ線センサ部１０を構成するＸ線センサ（セル）の詳細と共に示されている。

[0019] まず、Ｘ線センサ（セル）は、上述したように、Ｘ線検出部１２とそれを挟んで配置されたバイアス電極１３と検出電極１４により構成されている。なお、この図において、符号１５は、上記Ｘ線検出部１２の下面に形成された絶縁層を示しており、この図からも明らかなように、上記検出電極１４は、この絶縁層１５を介して形成されており、その下端部がパッド状になっている。また、上記半導体Ｘ線センサ部１０の下面の一部には、上記の検出電極と同様にして、アース電極１６が形成されると共に、更に、上記バイアス

電極１３にバイアス電圧（負の電圧：－V_B）を導くためのバイアス端子１７が、絶縁層を介して内部に導電材を充填した、所謂、Ｓｉ貫通ビアとして形成されており、かつ、その下端部はパッド状になっている。

[0020] そして、ＡＳＩＣからなる読み出し部ユニット２２は、本例では、例えば、４層の基板により構成されており、かつ、図からも明らかなように、これら４層の基板のそれぞれには、以下に述べる読み出し回路が形成され、そして、積層されて一体に形成されている。

[0021] まず、図において、最上部の第一層２２１の表面には、図に破線で示すように、上記半導体Ｘ線センサ部１０の検出電極１４の位置に対応して、即ち、検出信号の入力端子としてのパッド２２１１が形成されると共に、上記Ｘ線検出部１２に対応する位置には、検出される信号を所望の振幅に増幅するための増幅器２２１２と、当該増幅された信号の波形を整形するための波形整形回路２２１３が設けられている。そして、当該波形整形回路２２１３の出力は、更に、他のＳｉ貫通ビア２２１４に接続されている。また、図の符号２２０１は、上記アース電極１６のパッドに対応して形成されたＳｉ貫通ビアを、そして、符号２２０２は、上記バイアス端子１６のパッドに対応して形成されたＳｉ貫通ビアを、それぞれ、示している。

[0022] 次に、第二層２２２の表面には、上記第一層２２１のＳｉ貫通ビア２２１４に対応してパッド２２２１が設けられ、そして、比較回路２２２２が形成され、その出力端には、Ｓｉ貫通ビア２２２３が設けられている。また、第二層２２２の表面には抵抗２２２４が形成され、その一端は上記比較回路２２２２の一方の入力に接続されると共に、その他端は、比較参照電圧V_{Ref}に接続されるＳｉ貫通ビア２２２５に接続されている。また、上記第一層２２１のＳｉ貫通ビア２２０１、２２０２に対応する位置にも、やはり同様に、Ｓｉ貫通ビア２２０１、２２０２が形成されている。

[0023] 更に、第三層２２３の表面には、上記第二層２２２のＳｉ貫通ビア２２２３に対応する位置にはパッド２２３１が形成されると共に、更に、計数回路２２３２が形成されており、その出力はＳｉ貫通ビア２２３３へ接続されて

いる。また、上記第二層２２２に形成したＳｉ貫通ビア２２２５に対応する位置にも、Ｓｉ貫通ビア２２３４が形成されており。そして、この第三層２２３にも、やはり、上記第二層のＳｉ貫通ビア２２０１、２２０２に対応する位置には、Ｓｉ貫通ビア２２０１、２２０２が形成されている。

[0024] 最後に、第四層（基板）２２４には、上記第三層２２３のＳｉ貫通ビア２２３３に対応する位置に、更には、上記比較参照電圧V_{Ref}が接続されるＳｉ貫通ビア２２２５の位置に対応して、それぞれ、Ｓｉ貫通ビア２２４１、２２４２が設けられており、その下端部（即ち、第三層２２３の裏面）には、それぞれ、パッドが形成されている。また、同様に、この第四層（基板）２２４にも、Ｓｉ貫通ビア２２０１、２２０２が形成されると共に、その下端部には、それぞれ、出力端子としてパッドが形成されている。

[0025] そして、上述した半導体Ｘ線センサ部１０を、上記の第一層２２１から第四層２２４を一体に積層してなる読み出しユニット２２を複数（図１の例では８枚）平面状に組み合わせて形成した読み出し部２０の表面に配置することによれば、その表面にアレイ状に並んで配置された多数のピクセル状のＸ線センサ（セル）からの出力、即ち、検出電極１４、１４…からの信号は、読み出し部２０を構成する複数（８個）の読み出しユニット２２の内部に形成された読み出し回路において、それぞれ、所定の処理が施され、その下面に設けられた多数の端子であるパッドを介して取り出されることとなる。また、上記半導体Ｘ線センサ部１０を駆動するために必要なバイアス電極１３へのバイアス電圧$-V_B$の印加や、アース電極１６の接地も同様に、読み出しユニット２２の一部に形成されたＳｉ貫通ビア２２０１、２２０２を介して行なわれることとなる。

[0026] なお、上述したみ読み出しユニット２２を８枚、一体に組み立てて構成された読み出し部２０を、裏面から見た様子が、添付の図３に示されている。この図からも明らかなように、当該８枚の読み出しユニット２２を、平面状に、一体に組み立てて形成された読み出し部２０の裏面には、各読み出しユニット２２の内部に形成された読み出し回路の数を合計した数の、即ち、上

記半導体Ｘ線センサ部１０を構成するＸ線センサ（セル）の数（実際には、更に、必要なバイアス電極１３へのバイアス電圧－$Ｖ_{Ｂ}$の印加や、アース電極１６の接地、更には、比較参照電圧$Ｖ_{Ｒｅｆ}$の供給に必要なＳｉ貫通ビア２２０１、２２０２、２２４２の下端に形成されたパッドの数をも含む数）のパッド２２００が、配列されることとなる。

[0027] そして、上述した読み出し部２０から上記多数のパッド２２００を介して出力された出力（即ち、上記半導体Ｘ線センサ部１０の各Ｘ線センサ（セル）の検出電極１４からの信号）は、更に、上記ワイヤボンディングパッドからなる配線部３０に導かれ、更には、ここでは図示しないが、その内部に設けられた、例えば、パラレル／シリアル変換器、又は、チャネルスイッチ、マルチプレクサ等によりその出力数を低減して、その側壁部に設けられた端子部３２を介して出力される。

[0028] 続いて、添付の図４は、上述した半導体Ｘ線センサ部１０、読み出し部２０、更には、配線部３０を含む、本発明になる半導体Ｘ線検出器を採用した場合の、Ｘ線分析装置全体の回路構成を示す。即ち、図からも明らかなように、上記半導体Ｘ線センサ部１０を構成する多数のＸ線センサ（セル）からの検出信号（即ち、検出電極１４からの信号）は、その裏面に配置された複数（８枚）の読み出しユニット２２から構成された読み出し部２０に導かれ、ＡＳＩＣによりその内部に多数形成された処理回路において所定の処理が施された後、配線部３０を介して、例えば、ＣＰＵを含んで構成される情報処理装置１００に入力され、得られた回折Ｘ線の情報により、各種の解析処理を実行し、更には、その結果を、表示部（ディスプレイ装置）１５０上に表示する。

[0029] そして、情報処理装置１００では、上記半導体Ｘ線センサ部１０を構成する多数のＸ線センサ（セル）からの検出信号を処理する場合、上記８枚の読み出しユニット２２の組み合わせにより定まる各Ｘ線センサ（セル）のＸＹ平面上の位置（座標）を、その内部に設けたメモリ１１０等に予め記憶しておくことにより、当該ＸＹ平面上の多数の検出位置にける正確な入射Ｘ線の

検出が可能となる。

[0030] 更に、本発明になる半導体Ｘ線検出器によれば、特に、上述した読み出し部２０によれば、上記半導体Ｘ線センサ部１０からの検出信号には、各々、所定の処理が施される。即ち、各Ｘ線センサ（セル）の出力端子である検出電極１４からの検出信号は、読み出し部２０を構成する複数（８枚）の読み出しユニット２２内にＡＳＩＣにより形成された回路により、例えば、増幅処理、波形整形処理、比較処理、計数処理が行われており、入射Ｘ線の強度を示す信号として取り出すことが可能であることから、特に、回折Ｘ線を利用して試料の特性を測定する、Ｘ線回折装置に提供することが好ましいであろう。

[0031] 添付の図５には、上述した半導体Ｘ線検出器を利用することにより、試料からの回折Ｘ線を検出するＸ線回折装置を構成した場合における、回折Ｘ線検出の一例を示す。即ち、小型Ｘ線管球３００により発生し、コリメータ等の入射光学系３５０を通したＸ線を、例えば、半導体Ｘ線センサ部１０、読み出し部２０、そして、配線部３０を一体に積層してなるＸ線検出器の中央部に形成された貫通穴４００（開口部１１、２１、３１により形成）と介して試料に垂直に照射する。これにより当該試料から発生する回折Ｘ線をＸ線検出器を構成する半導体Ｘ線センサ部１０、読み出し部２０、そして、配線部３０により、その強度を検出する。この図からも明らかなように、本発明になるＸ線検出器は、小型化が容易であり、かつ、その光学距離が比較的に短い検出器において好適であることから、特に、可搬なハンドヘルド型のＸ線回折計などに提供することも可能である。

[0032] 更に、添付の図６には、上述した半導体Ｘ線検出器の変形例を示す。この例では、例えば、より大型の半導体Ｘ線センサ部１０に対応して、上記読み出し部２０を構成する読み出しユニット２２の枚数を増大したものであり、ここでは、２４枚のユニットを組み合わせた例を示す。なお、ここでは、説明の簡単のため、配線部３０については、その図示を省略する。

[0033] また、添付の図７には、更に他の変形例として、上述した半導体Ｘ線セン

サ部１０と読み出し部２０の形状を、上記の「ロ」の字状に代えて、「コ」の字状にしたものを示している。なお、この例では、その中央の開口部１１、２１に代わる切り欠き部１１’、２１’を介して、Ｘ線管球３００により発生したＸ線を試料の表面に照射することは、当業者であれば明らかであろう。

[0034] 加えて、添付の図８には、上記の略正方形状の読み出しユニットに代え、長方形状の読み出しユニット２２を、複数枚（１６枚）、組み合わせた例を示している。なお、この例では、半導体Ｘ線センサ部１０と読み出し部２０の形状が一致していない。更に、添付の図９には、円盤状の半導体Ｘ線センサ部１０に対して、矩形状の読み出しユニット２２を、複数枚（１２枚）、組み合わせた例を示しており、この場合においても、半導体Ｘ線センサ部１０と読み出し部２０の形状が一致していない。しかしながら、かかる場合においても、上述したように、上記情報処理装置１００を構成するメモリ１１０等に対して、対応するＸ線センサ（セル）が存在しない旨の情報を予め入力（格納）しておくことによれば、上記と同様のＸ線の検出機能が得られることは明らかであろう。なお、この場合には、出来る限り、複数の読み出しユニットを、上記半導体Ｘ線センサ部の形状に合わせるように配置することが、換言すれば、半導体Ｘ線センサ部を構成する複数のピクセル状のＸ線センサの数が、複数の読み出しユニットにより構成された前記読み出し部の内部に形成された処理回路部の総数にほぼ等しくなるようにすることが好ましい。

[0035] あるいは、上述した実施例に代えて、添付の図１０に示すように、互いに同一の形状（本例では、矩形）に形成した半導体Ｘ線センサ部１０と読み出しユニット２２とを用意し、予め、これらを重ねて一体に形成する。そして、この一体に形成したものを単位として、これらを複数、適宜、組み合わせることによっても、上記と同様にして、中央部に開口部（貫通穴）又は、切り欠き部を備えたＸ線検出器を構成することが出来る。

[0036] 以上の説明からも明らかなように、本発明になるＸ線検出器では、その中

央部に開口部（貫通穴）を備え、その周辺に、試料からリング状に放射する回折Ｘ線を検出可能な形状（本例では「ロ」又は「コ」の字状）に形成され、かつ、その内部に多数のＸ線センサ（セル）を備えた半導体Ｘ線センサ部１０を備えると共に、その裏面には、各々、矩形に形成され、その内部に３次元実装により多数の処理回路を形成した、所謂、ＡＳＩＣである読み出しユニット２２を、複数枚、組み合わせることにより、上記半導体Ｘ線センサ部１０の形状に同一に又は対応して形成された読み出し部２０が積層され、一体に取り付けられている。その結果、上記半導体Ｘ線センサ部１０の多数のＸ線センサ（セル）に対応して、その処理回路を、当該読み出し部２０内に多数形成することが出来ると共に、その出力端子を、Ｓｉ貫通ビアを介して、読み出し部２０の裏面に取り出す構造としている。

[0037] そして、上述した構成によれば、ＡＳＩＣにより構成された読み出しユニット２２を、上記半導体Ｘ線センサ部１０の形状に合わせて、複数枚、適宜、組み合わせることにより、その中央部に開口部（貫通穴）を備えた半導体Ｘ線センサに対応した読み出し部を、容易に構成することが出来る。その際、特に、その出力端子を読み出し部２０の裏面から取り出すことによれば、当該出力端子の配置によって、複数の読み出しユニットの組み合わせ形状や枚数に制限が加えられることなく、自在に、所望の形状に組み立てることが可能となる。特に、複数の読み出しユニットの組み合わせた結果、その一部のユニットが、その周囲の四辺を他のユニットで取り囲まれても、その出力端子を、その裏面から容易に取り出すことが出来る。そのため、複数のユニットを組み合わせることにより所望の形状に構成することが可能であり、特に、その中央部に開口部を形成して近距離での回折Ｘ線の検出に好適な形状に構成することが可能な半導体Ｘ線検出器が提供されることとなる。

符号の説明

[0038] １０…半導体Ｘ線センサ部、１１…開口部（穴）、１２…Ｘ線検出部、１３…バイアス電極、１４…検出電極、２０…読み出し部、２１…開口部（穴）、２２…読み出しユニット、２２１１…パッド、２２１２…増幅器、２２

１３…波形整形回路、…、２２２２…比較回路、２２３２…計数回路、２２１４、２２２３、２２２５、２２３３、２２３４、２２４１、２２４２…Ｓｉ貫通ビア、２２００…パッド、３０…配線部。

請求の範囲

[請求項1] 少なくとも略中央部に開口部を有する板状の外形を有し、その表面と裏面との間に複数のピクセル状のＸ線センサを形成した半導体Ｘ線センサ部と、

前記半導体Ｘ線センサ部の裏面に配置され、当該半導体Ｘ線センサ部を構成する複数のＸ線センサから出力される信号の各々に所定の処理を行って検出信号を出力する読み出し部と、

を備えた半導体Ｘ線検出器であって、

前記読み出し部は、各々、板状の矩形形状に形成され、表面に複数の入力部を形成すると共に、その内部に複数の処理回路部と複数の貫通ビアとを備え、かつ、裏面に複数の出力端子を備えた読み出しユニットを、複数、平面状に一体に組み立てて構成されており、かつ、当該半導体Ｘ線センサ部と当該読み出し部とを積層して一体に形成したことを特徴とする半導体Ｘ線検出器。

[請求項2] 前記請求項１に記載した半導体Ｘ線検出器において、前記半導体Ｘ線センサ部は、中央部に開口を有すると共に、その外形を、「ロ」の字状、「コ」の字状、又は、円形に形成されていることを特徴とする半導体Ｘ線検出器。

[請求項3] 前記請求項１に記載した半導体Ｘ線検出器において、前記半導体Ｘ線センサ部を構成する複数のピクセル状のＸ線センサの数は、前記複数の読み出しユニットにより構成された前記読み出し部の内部に形成された処理回路部の総数にほぼ等しいことを特徴とする半導体Ｘ線検出器。

[請求項4] 前記請求項１に記載した半導体Ｘ線検出器において、前記読み出し部を構成する前記複数の読み出しユニットの各々を、その内部に前記複数の処理回路部を３次元的に形成したＡＳＩＣにより構成したことを特徴とする半導体Ｘ線検出器。

[請求項5] 前記請求項１に記載した半導体Ｘ線検出器において、前記読み出し

部から出力される検出信号は、入射Ｘ線の強度信号であることを特徴とする半導体Ｘ線検出器。

［請求項6］ 少なくとも略中央部に開口部を有する板状の外形を有し、その表面と裏面との間に複数のピクセル状のＸ線センサを形成した半導体Ｘ線センサ部と、

前記半導体Ｘ線センサ部の裏面に配置され、当該半導体Ｘ線センサ部を構成する複数のＸ線センサから出力される信号の各々に所定の処理を行って検出信号を出力する読み出し部と、

を備えた半導体Ｘ線検出器であって、

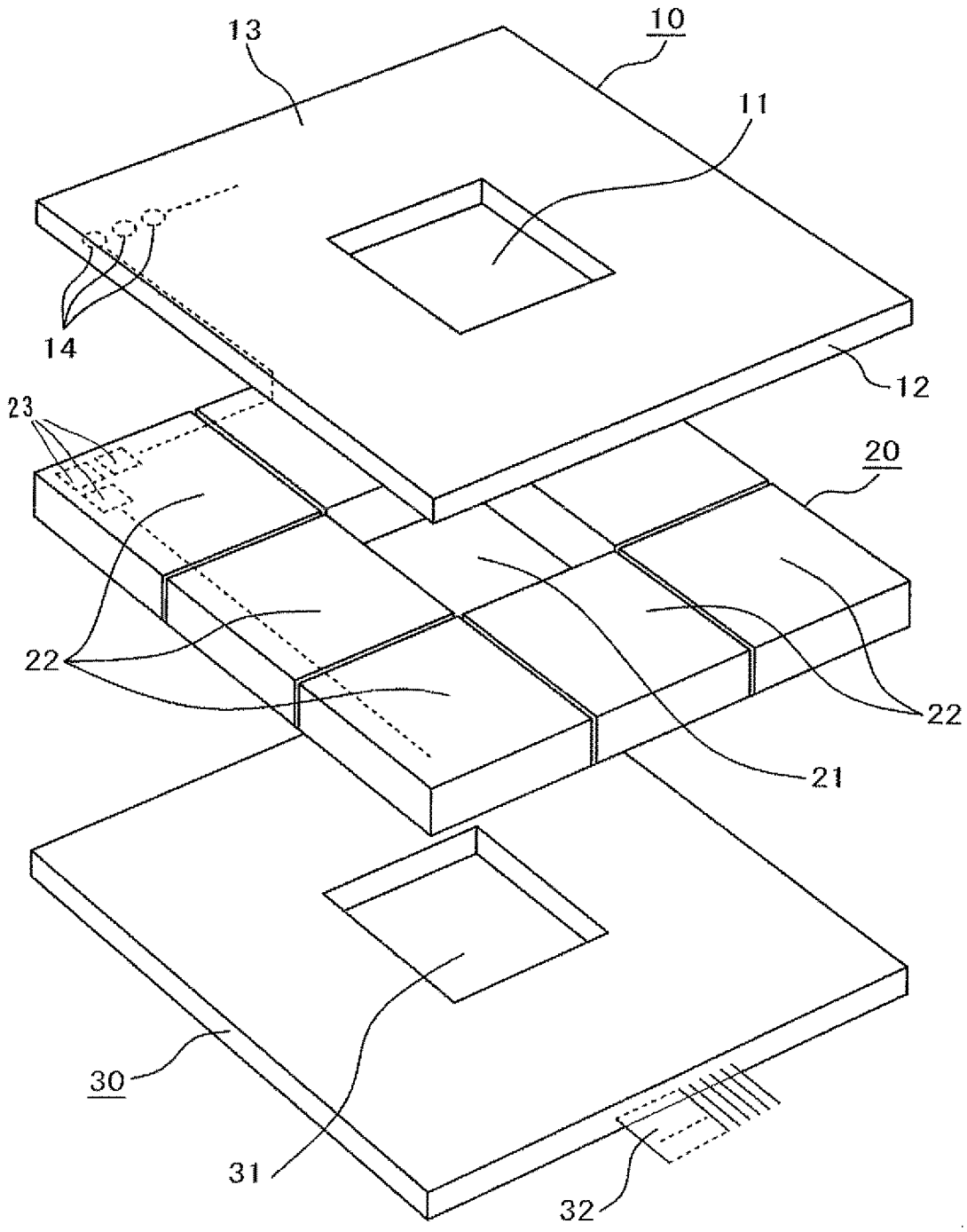
前記読み出し部は、各々、板状の矩形形状に形成され、表面に複数の入力部を形成すると共に、その内部に複数の処理回路部と複数の貫通ビアとを備え、かつ、裏面に複数の出力端子を備えた、複数の読み出しユニットから構成されており、

前記半導体Ｘ線センサ部は、前記読み出し部を構成する読み出しユニットの各々の表面に積層されて一体に形成されており、そして、

前記読み出しユニットとその表面に一体に積層された前記半導体Ｘ線センサ部を単位として、複数を平面状に一体に組み立てられていることを特徴とする半導体Ｘ線検出器。

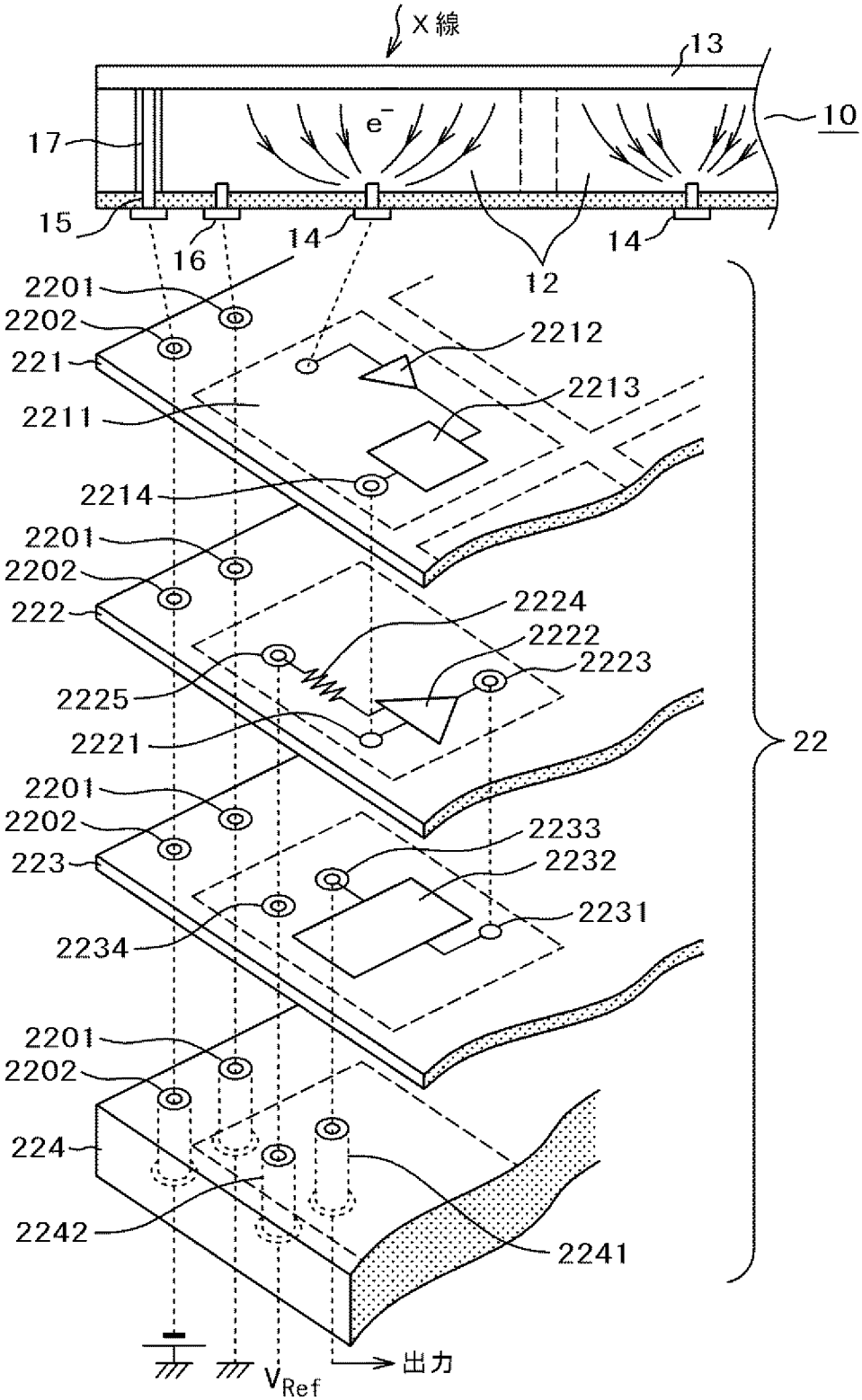
[図1]

図 1



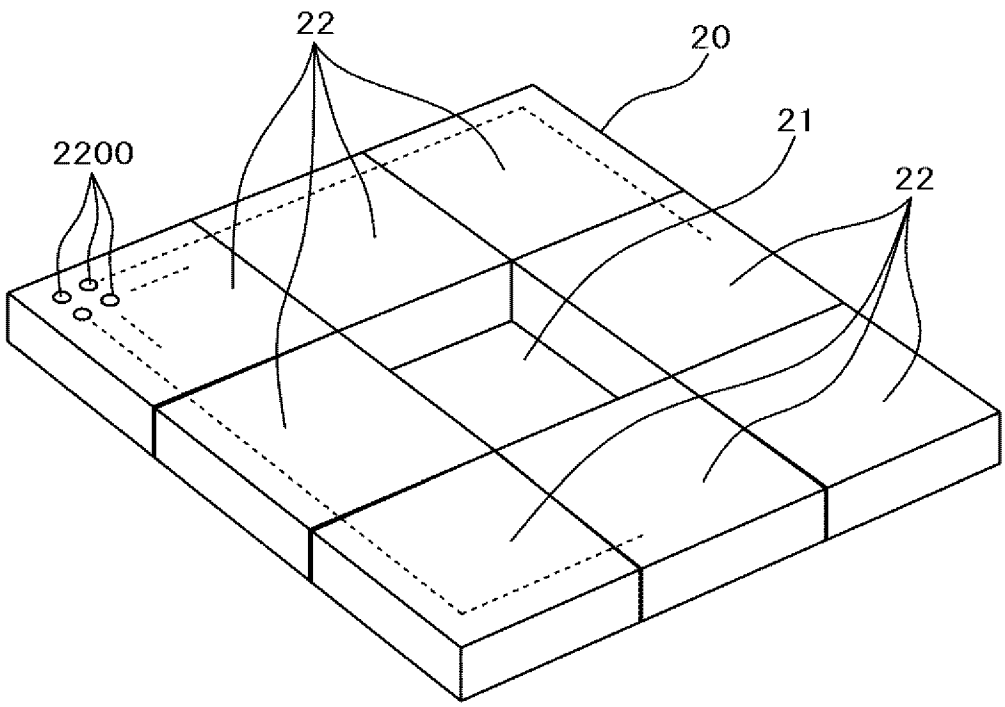
[図2]

図２


X線
13
10
17
e⁻
15
16
14
14
12
2201
2202
221
2211
2212
2213
2214
222
2224
2222
2223
2225
2221
22
223
2233
2232
2231
2234
224
2242
2241
出力
V_{Ref}

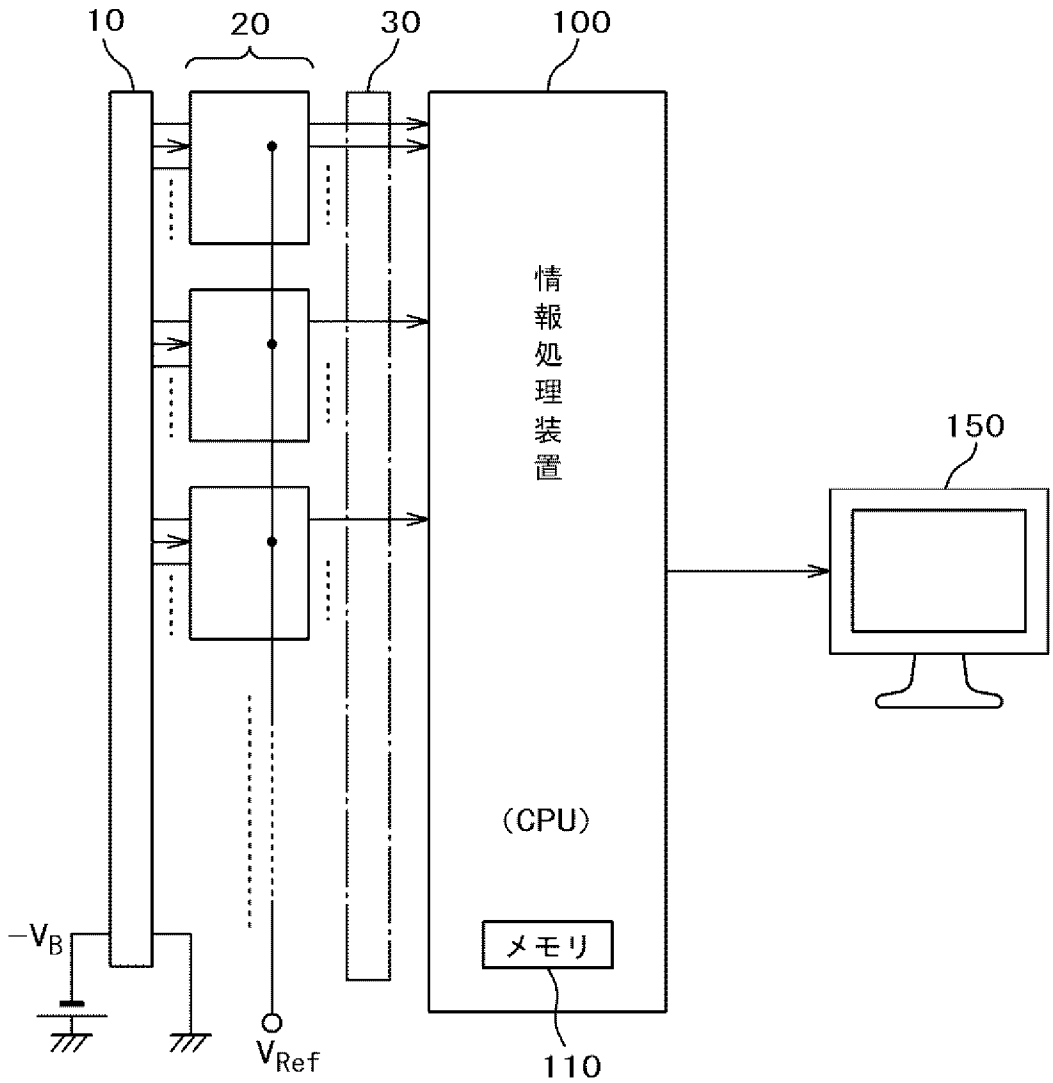
[図3]

図３



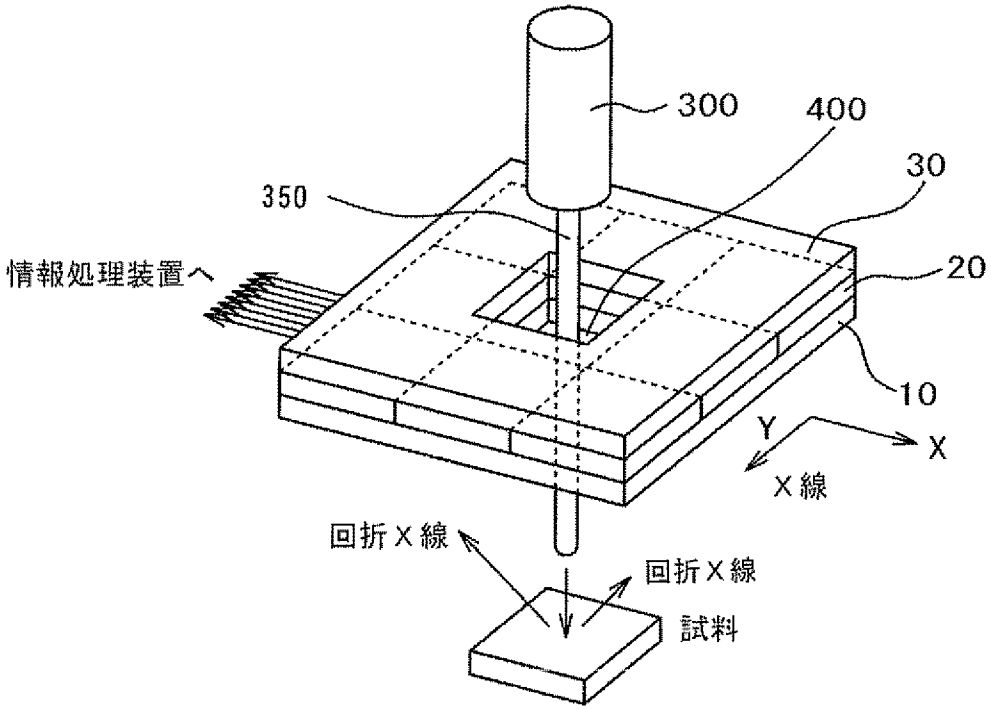
[図4]

図４



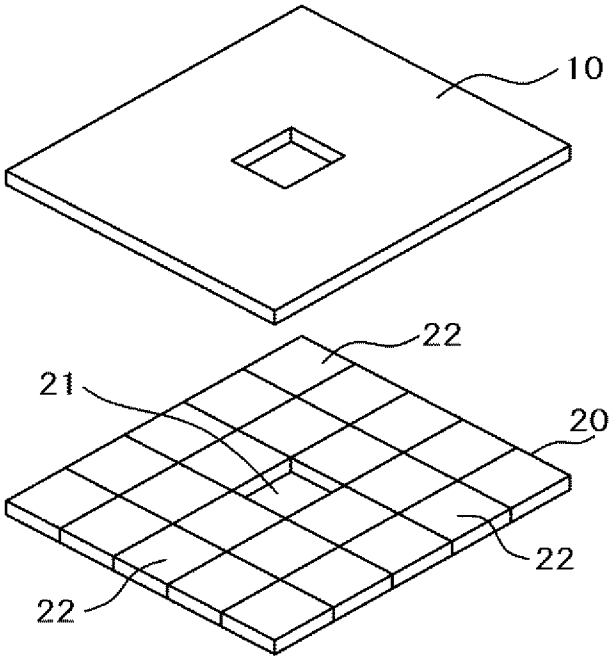
[図5]

図５



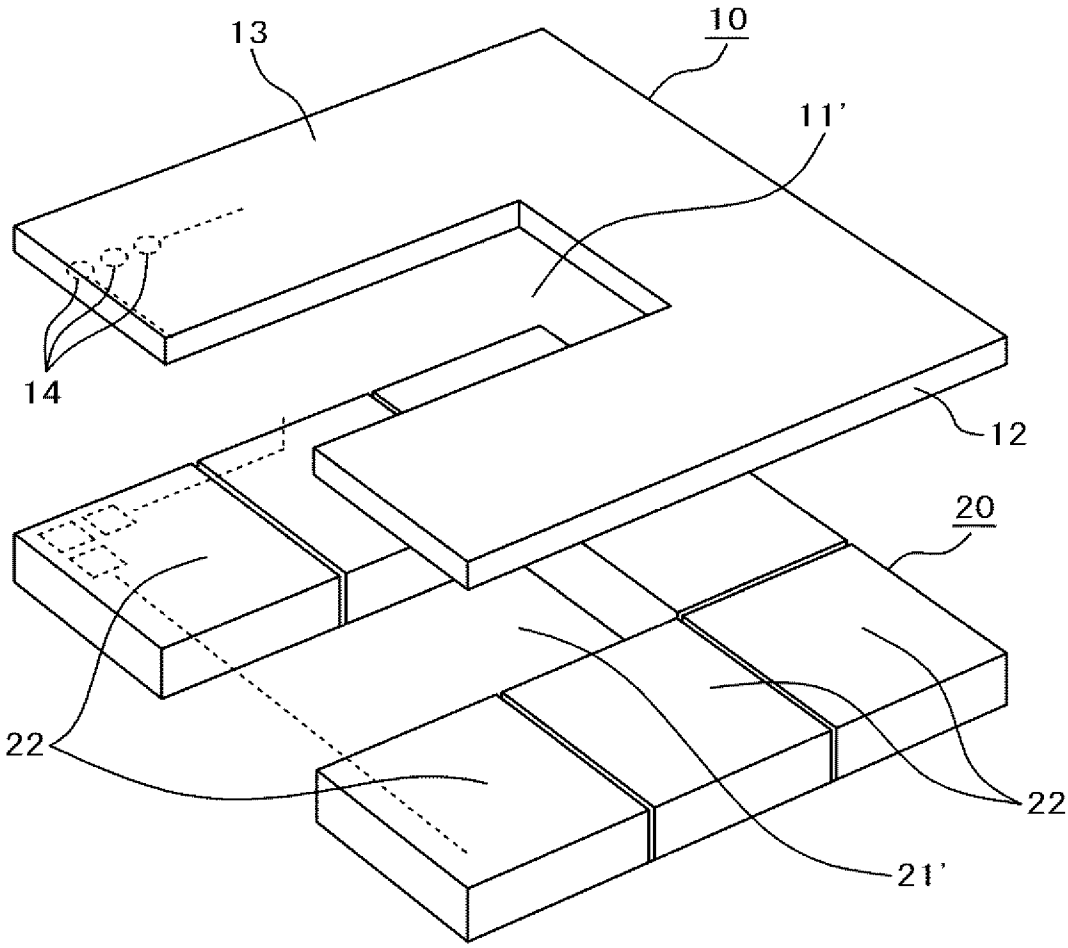
[図6]

図６



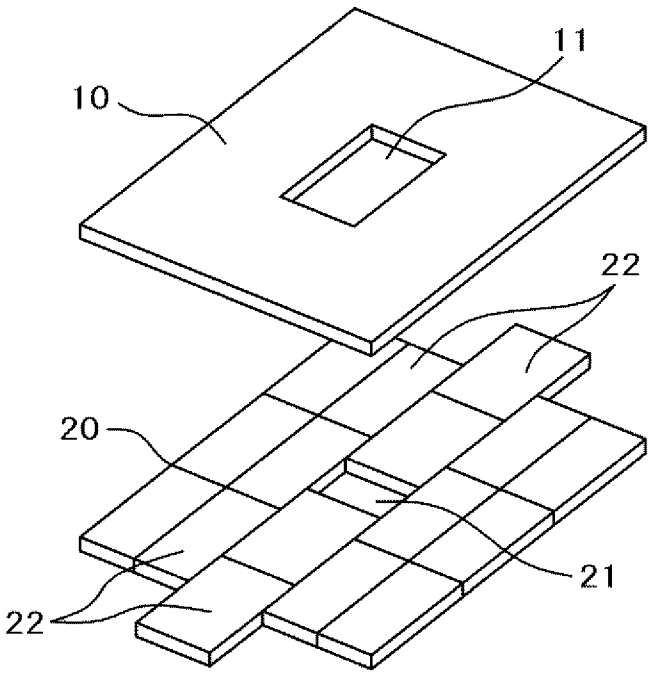
[図7]

図 7



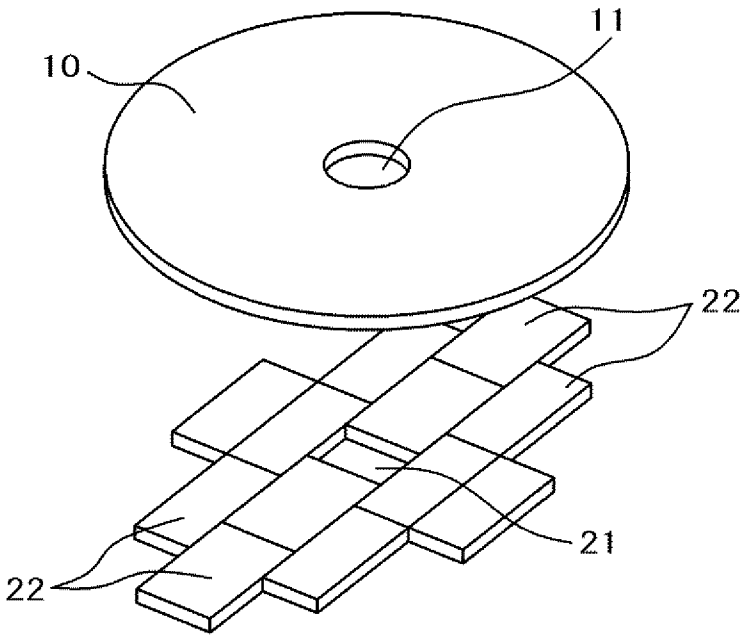
[図8]

図 8



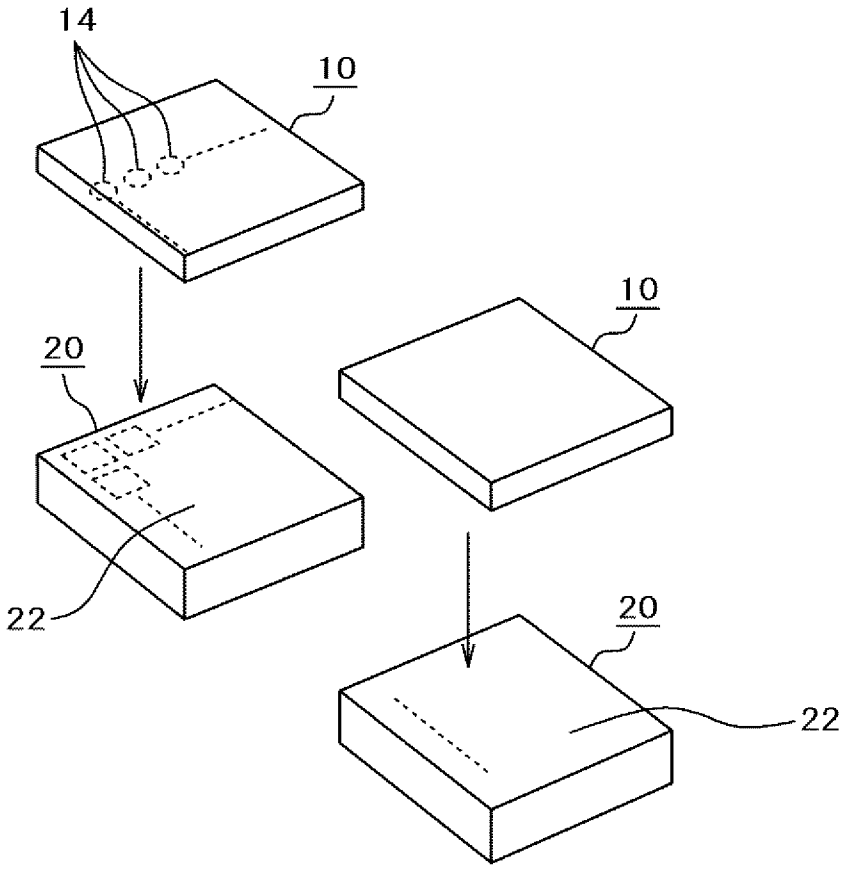
[図9]

図９



[図10]

図１０



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/067515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
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)
G01T1/24

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 1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 2005-43263 A (Octec Inc.), 17 February 2005 (17.02.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2009-74964 A (Kyocera Corp.), 09 April 2009 (09.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☐ 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	Date of mailing of the international search report
12 August, 2011 (12.08.11)	23 August, 2011 (23.08.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０６７５１５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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
A	JP 2005-43263 A (株式会社オクテック) 2005.02.17, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2009-74964 A (京セラ株式会社) 2009.04.09, 全文全図 (ファミリーなし)	1-6

☐　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 １２．０８．２０１１	国際調査報告の発送日 ２３．０８．２０１１
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　２Ｉ　３６０８ 村川　雄一 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７３