

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-3322

(P2020-3322A)

(43) 公開日 令和2年1月9日 (2020. 1. 9)

(51) Int. Cl.

G 0 1 N 23/04 (2018.01)

F 1

G 0 1 N 23/04

テーマコード (参考)

2 G 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2018-122579 (P2018-122579)
 (22) 出願日 平成30年6月28日 (2018. 6. 28)

(71) 出願人 598105802
 株式会社 システムスクエア
 新潟県長岡市喜多町金輪 1 5 7
 (74) 代理人 100166545
 弁理士 折坂 茂樹
 (72) 発明者 池田 倫秋
 新潟県長岡市新産 3 丁目 5 番地 2 株式会社
 システムスクエア内
 (72) 発明者 森山 淳児
 新潟県長岡市新産 3 丁目 5 番地 2 株式会
 社システムスクエア内
 Fターム (参考) 2G001 AA01 BA11 CA01 DA08 JA09
 KA03 KA05 PA11

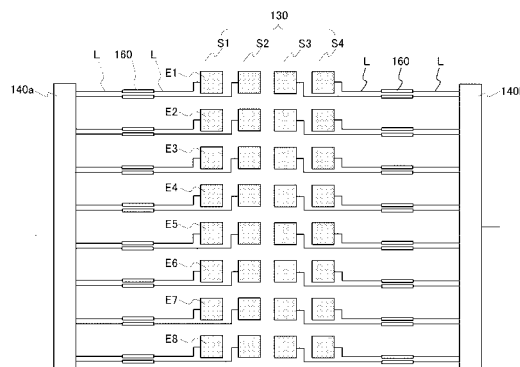
(54) 【発明の名称】 検査装置

(57) 【要約】

【課題】電磁波を用いた非破壊検査の際の検査対象物の搬送速度の上限を従来の検査装置より高めることが可能な検査装置を提供する。

【解決手段】検査対象物に電磁波を照射する電磁波照射手段と、検査対象物を所定の搬送方向に搬送する搬送手段と、当該所定の搬送方向に略直交する方向に並べられた複数の検出素子からなる検出素子列が所定の搬送方向に2列以上配列され、検出素子列の1列分を時間 t で搬送される検査対象物を透過した電磁波を、それぞれの検出素子が時間 t より長い検出周期で同時に検出して検出データを出力する検出手段と、検出周期ごとに、検出手段から出力された全ての検出素子の検出データを分担して読み出す2以上の読み出し手段と、当該2以上の読み出し手段により読み出された検出データに基づき検査対象物の検査を実行する検査手段と、を備える。

【選択図】 図 5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

検査対象物に電磁波を照射する電磁波照射手段と、
前記検査対象物を所定の搬送方向に搬送する搬送手段と、
前記所定の搬送方向に略直交する方向に並べられた複数の検出素子からなる検出素子列が前記所定の搬送方向に 2 列以上配列され、前記検出素子列の 1 列分を時間 t で搬送される前記検査対象物を透過した前記電磁波を、それぞれの前記検出素子が時間 t より長い検出周期で同時に検出して検出データを出力する検出手段と、
前記検出周期ごとに、前記検出手段から出力された全ての検出素子の検出データを分担して読み出す 2 以上の読み出し手段と、
前記 2 以上の読み出し手段により読み出された検出データに基づき、前記検査対象物の検査を実行する検査手段と、
を備える検査装置。

10

【請求項 2】

前記検出周期は、前記検出素子列の列数 $\times$ 時間 t であることを特徴とする請求項 1 に記載の検査装置。

【請求項 3】

前記検出素子による電磁波の検出は、前記検出周期の一部期間において行われることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の検査装置。

【請求項 4】

前記 2 以上の読み出し手段は、前記検出素子列 1 列あたりの検出素子の個数に、前記検出周期で前記検査対象物が進む前記検出素子列の列数を掛けた総個数を、前記検出周期で 1 の前記読み出し手段が検出データを読み出すことが可能な検出素子の最大個数で割った個数設けられることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

20

【請求項 5】

前記検出素子から出力された検出データを記憶する一時記憶手段を、前記検出素子ごとに備え、

前記読み出し手段は、前記一時記憶手段から検出データを読み出すことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、検査対象物に X 線などの電磁波を照射して非破壊で異物等の検査を行う検査装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

一般に、製品の製造から梱包、出荷に至るまでの各工程では、検査対象となる製品や混入しうる異物の種類（材料、大きさなど）に適した検査方法によって、製品や梱包内に異物等が混入していないか検査が行われる。

40

【0003】

このうち非破壊検査では、例えば、検査対象物に X 線などの電磁波を照射して透過した電磁波を検出する。このとき、検査対象物内の異物の有無や異物の材質等により電磁波の透過の程度に相違が生じる。そのため、検出された電磁波の強度の分布が濃淡などにより表現された二次元画像を生成することで、外観からは知りえない検査対象物内部の状況を検査することができる。

【0004】

具体的には例えば、搬送手段により所定の方向に搬送される検査対象物を透過した電磁波を、検査対象物の搬送方向に略直交して配置された検出素子列が検出し、検査対象物の

50

搬送速度に応じた周期ごとに検出データを出力して、当該検出データに基づき生成した線状の電磁波透過画像を順次配列していくことで、検査対象物の二次元画像を生成する（特許文献１参照）。

【０００５】

各周期において、検出素子列を構成する複数の検出素子は、同時に電磁波を検出する。現周期において同時に電磁波が検出された各検出素子による検出データは、一時記憶領域に記憶された上で読み出し手段により順次読み出されるが、この読み出し処理と並行して次周期の電磁波検出が行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【０００６】

【特許文献１】特開２０１５－６４３３６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

検査対象物の搬送速度を上げたい場合、電磁波の検出に関しては、検出素子列が検出データを出力する周期を短くすることで、露光時間の短縮により画像が暗くなるなどの課題が生じるものの、一応は対応することができる。

【０００８】

しかし、検出データの読み出し処理については、読み出し手段の機構上、高速化に限界があり、これにより搬送速度が制約を受ける。すなわち、検出素子列を構成する検出素子の個数が多いほど読み出しに時間を要するため、搬送速度の上限が低下する。また、ラインセンサ（検出素子列が１列）においては、検査対象物がその１列を通過する非常に限られた時間で読み出しを行う必要があるため、搬送速度を高める余地が非常に小さい。

20

【０００９】

本発明の目的は、電磁波を用いた非破壊検査に際しての検査対象物の搬送速度の上限を従来の検査装置より高めることが可能な検査装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明の検査装置は、検査対象物に電磁波を照射する電磁波照射手段と、検査対象物を所定の搬送方向に搬送する搬送手段と、当該所定の搬送方向に略直交する方向に並べられた複数の検出素子からなる検出素子列が所定の搬送方向に２列以上配列され、検出素子列の１列分を時間 t で搬送される検査対象物を透過した電磁波を、それぞれの検出素子が時間 t より長い検出周期で同時に検出して検出データを出力する検出手段と、検出周期ごとに、検出手段から出力された全ての検出素子の検出データを分担して読み出す２以上の読み出し手段と、当該２以上の読み出し手段により読み出された検出データに基づき検査対象物の検査を実行する検査手段と、を備える。

30

【００１１】

検査装置をこのように構成し、読み出し手段の読み出し能力を超えないように複数読み出し手段を設けることで、検出素子列が１列の場合より読み出し時間を多く確保し、よって搬送速度の上限を高めることができる。

40

【００１２】

検出周期は、例えば検出素子列の列数×時間 t としてもよい。

【００１３】

各検出素子による電磁波の検出は、検出周期の一部期間において行われるようにしてもよい。

【００１４】

２以上の読み出し手段は、検出素子列１列あたりの検出素子の個数に、検出周期で前記検査対象物が進む検出素子列の列数を掛けた総個数を、検出周期で１の読み出し手段が検出データを読み出すことが可能な検出素子の最大個数で割った個数設けてもよい。これに

50

より、読み出し手段の個数を無駄なく設定することができる。

【0015】

各検出素子において同時に検出され出力された各検出データの順次読み出しは、例えば、検出データを検出素子ごとに設けられた一時記憶手段に記憶させた上で行ってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の検査装置100の機能ブロック図である。

【図2】検出手段130により検査対象物Wを透過した電磁波を検出し検出データを周期的に出力する様子を説明する図(1/3)である。

【図3】検出手段130により検査対象物Wを透過した電磁波を検出し検出データを周期的に出力する様子を説明する図(2/3)である。

【図4】検出手段130により検査対象物Wを透過した電磁波を検出し検出データを周期的に出力する様子を説明する図(3/3)である。

【図5】検出手段130から読み出し手段140にかけての構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

< 第1実施形態 >

図1に検査装置100の機能ブロック図を示す。検査装置100は、電磁波照射手段110、搬送手段120、検出手段130、読み出し手段140及び検査手段150を備える。

【0018】

電磁波照射手段110は、搬送手段120により搬送される検査対象物WにX線、紫外線、可視光線、赤外線などの電磁波を照射する。

【0019】

搬送手段120は、3次元直交座標系においてXY平面をなす搬送面に載置された検査対象物Wを、Y軸方向に所定の速度で搬送する。搬送手段120は、検査対象物Wを透過した電磁波が極力減衰せずに検出手段130に届くよう、電磁波の透過性が高いものであることが望ましい。

【0020】

検出手段130は、略X軸方向に並べられた複数の検出素子からなる検出素子列が、Y軸方向に2列以上配列されて構成される。全ての検出素子列の各検出素子は、検出素子列の1列分を時間tで搬送される検査対象物Wを透過した電磁波を、時間tより長い任意の検出周期で同時に検出して検出データを出力する。

【0021】

図2から図4を参照して、略X軸方向に配列された8つの検出素子からなる検出素子列がY軸方向に4列配列されて構成された検出手段130により、検出素子列の1列分を時間tでY軸方向に搬送される検査対象物Wを透過した電磁波を検出し、検出データを周期的に出力する様子を説明する。なお、検出素子列の列数及び検出素子列を構成する検出素子の個数は任意であり、異なる数量とした場合にも当該数量に応じた出力周期とするなどにより、同様の効果を得ることができる。

【0022】

図2から図4では、検査対象物Wが検出素子列8列分の幅を持つ場合を例示している。以下、4列の検出素子列を搬送方向に1列目の検出素子列、2列目の検出素子列、・・・と称し、検査対象物Wを検出素子列1列分の幅で区切った8つの領域を、搬送方向の先頭から第1の領域、第2の領域、・・・と称する。

【0023】

検査対象物Wが1列目の検出素子列に差し掛かる直前の時刻を0とすると、時刻tで第1の領域が1列目の検出素子列(の4、5個目の検出素子)上に到達し、時刻2tで第1の領域が2列目の検出素子列(の4、5個目の検出素子)上に、第2の領域が1列目の検出素子列(の4、5個目の検出素子)上に到達する。検査対象物Wは、時刻3t以降も各

10

20

30

40

50

領域が各列の検出素子列上を順次通過し、時刻 $1\ 2\ t$ で全ての領域が全ての検出素子列上を通過する。

【 0 0 2 4 】

検査対象物 W を透過した電磁波は、4 列の検出素子列の 3 2 個の検出素子により同時に検出され、それぞれの検出素子に対応する検出データが $4\ t$ の周期で出力される。 $4\ t$ は、検査対象物 W のそれぞれの領域が 4 列の検出素子列を通過する所要時間に相当する。このように、検査対象物 W が検出手段 1 3 0 の搬送方向の幅を進む所要時間を、検出データを出力する所定の周期とすることで、例えば、各周期で得られた検出データに基づく線状の画像を単純に配列して検査対象物 W の二次元画像を得ることができる。

【 0 0 2 5 】

各検出周期において、各検出素子が電磁波を検出する期間（露光期間）は任意に設定してよい。すなわち、検出周期の全期間にわたり検出するようにしてもよいし、一部期間のみ検出するようにしてもよい。

【 0 0 2 6 】

図 2 から図 4 の例では、各検出素子は各周期における時刻 0 から時刻 t まで電磁波を検出し、時刻 t から時刻 $4\ t$ までの間は検出を停止する。検出停止中は、検出中に生じた電荷などを保持し、時刻 $4\ t$ に、保持された電荷などに基づく検出データを出力する。具体的には、1 周期目においては、時刻 0 から時刻 t までの間に各検出素子により検出された電磁波に対応する検出データが時刻 $4\ t$ に出力される。このとき、検査対象物 W の第 1 の領域を透過してきた電磁波の検出データが、1 列目の検出素子列の 4、5 個目の検出素子により検出された検出データとして得られる。2 周期目においては、時刻 $4\ t$ から時刻 $5\ t$ までの間に各検出素子により検出された電磁波に対応する検出データが時刻 $8\ t$ に出力される。このとき、検査対象物 W の第 2 の領域から第 5 の領域のそれぞれを透過してきた電磁波の検出データが、4 列目から 1 列目のそれぞれの検出素子列の 4、5 個目の検出素子により検出された検出データとして得られる。3 周期目においては、時刻 $8\ t$ から時刻 $9\ t$ までの間に各検出素子により検出された電磁波に対応する検出データが時刻 $1\ 2\ t$ に出力される。このとき、検査対象物 W の第 6 の領域から第 8 の領域のそれぞれを透過してきた電磁波の検出データが、4 列目から 2 列目のそれぞれの検出素子列の 4、5 個目の検出素子により検出された検出データとして得られる。

【 0 0 2 7 】

電磁波を検出する期間は、図 2 から図 4 の例に限定されず、例えば、各周期における時刻 $3\ t$ から時刻 $4\ t$ など別の t の期間としたり、時刻 t から時刻 $3\ t$ など t より長い期間としたりしても構わない。

【 0 0 2 8 】

検出手段 1 3 0 を構成する各検出素子は、照射される電磁波を検出し、検出強度に応じた出力を発生する素子であれば種類は任意である。検査対象物 W に照射される電磁波が X 線の場合を例にとると、X 線をシンチレータで一旦可視光線に変換した上で、フォトダイオードで受光して出力を発生する間接変換タイプの検出素子や、X 線を直接電気信号に変換して出力を発生する C d T e などの半導体を利用した直接変換タイプの検出素子などを適用することができる。

【 0 0 2 9 】

検出データを単純に電圧強度として出力する場合、各検出素子として例えばフォトダイオードを採用したとすると、検出周期が例えば $4\ t$ であれば、当該検出周期において電磁波を検出している間（例えば時刻 0 から時刻 t ）に光電効果により生じた電荷をチャージアンプに蓄積し、蓄積された電荷量を電圧値に変換して、時刻 $4\ t$ において検出データとして出力する。

【 0 0 3 0 】

また、検出データをエネルギー帯ごとのフォトンカウントデータとして出力する場合、各検出素子として例えば C d T e 素子を採用したとすると、検出周期が例えば $4\ t$ であれば、当該検出周期において電磁波を検出している間（例えば時刻 0 から時刻 t ）に検出素

10

20

30

40

50

子に入射した複数のフォトンのそれぞれについて、光電効果により生じた電荷量をエネルギー値に変換し、該当するエネルギー帯のフォトン数にカウントする。このようにして得られたエネルギー帯ごとのフォトン数を、時刻 $4t$ において検出データとして出力する。

【0031】

検出手段 130 から出力された検出素子ごとの検出データはそれぞれ、例えば、任意の記憶手段である一時記憶手段 160 に記憶させてもよい。このように検出データを一時記憶手段 160 に記憶させることで、読み出し手段 140 による読み出し処理と並行して、検出手段 130 における次周期の検出処理を速やかに開始することができる。

【0032】

2 以上の読み出し手段 140 は、検出周期ごとに、検出手段 130 を構成する全ての検出素子の検出データを分担して読み出す。読み出し手段 140 の個数は任意であるが、例えば、検出素子列 1 列あたりの検出素子の個数に、検出周期で検査対象物が進む検出素子列の列数を掛けた総個数を、検出周期で 1 の読み出し手段 140 が検出データを読み出すことが可能な検出素子の最大個数で割った個数設けると、読み出し手段の個数を無駄なく設定することができる。

【0033】

図 2 から図 4 に示す例では、検査対象物 W は $4t$ の周期の間に、検出素子列の 4 列分を進み、それぞれの検出素子列は 8 個の検出素子からなるため、当該周期において検出データの読み出し対象となる検出素子は 32 個となる。

【0034】

このとき、採用する読み出し手段 140 が $4t$ の間に検出データを読み出し可能な検出素子の最大個数が 31 個以下である場合、1 個の読み出し手段 140 では全ての検出データを読み出しきれない。そこで、読み出し手段 140 が $4t$ の間に検出データを読み出せる個数が例えば、16 個以上 31 個以下である場合には読み出し手段 140 を 2 個設け、11 個以上 15 個以下である場合には読み出し手段 140 を 3 個設けるというように、読み出し手段の読み出し能力が低いほど読み出し手段を設ける個数を増やせばよい。

【0035】

図 5 は、読み出し手段 140 が $4t$ の間に検出データを読み出し可能な検出素子の最大個数が 16 個以上 31 個以下である場合における、検出手段 130 から読み出し手段 140 にかけての構成例を示す図である。

【0036】

検出手段 130 は、検出素子列 S1 から検出素子列 S4 の 4 列の検出素子列からなり、各検出素子列はそれぞれ、検出素子 E1 から検出素子 E8 の 8 個の検出素子を備える。それぞれの検出素子は、一時記憶手段 160 が割り入れられた配線 L を介して個別に読み出し手段 140 に接続される。

【0037】

読み出し手段 140 は 2 個設けられ、一方の読み出し手段 140 a には、検出素子列 S1 及び S2 の合計 16 個の検出素子が接続され、他方の読み出し手段 140 b には、検出素子列 S3 及び S4 の合計 16 個の検出素子が接続される。

【0038】

図 5 の構成例における具体的な処理を説明する。まず、図 2 に示すように検出手段 130 で時刻 0 から t の間に電磁波の検出が行われ、その検出データが時刻 $4t$ に出力されて一時記憶手段 160 に記憶される。続いて、図 3 に示すように、一時記憶手段 160 に記憶された 1 周期目の検出データのうち検出素子列 S1 及び S2 からの検出データについては読み出し手段 140 a により、また検出素子列 S3 及び S4 からの検出データについては 140 b により、ともに時刻 $4t$ から $8t$ の間に読み出される。また、読み出し手段 140 により読み出し処理が行われている間に、検出手段 130 において時刻 $4t$ から $5t$ の間に 2 周期目の電磁波の検出が行われ、その検出データが時刻 $8t$ に出力されて一時記憶手段 160 に記憶される。続いて、図 4 に示すように、一時記憶手段 160 に記憶された 2 周期目の検出データのうち検出素子列 S1 及び S2 からの検出データについては読み

10

20

30

40

50

出し手段 1 4 0 a により、また、検出素子列 S 3 及び S 4 からの検出データについては 1 4 0 b により、ともに時刻 8 t から 1 2 t の間に読み出される。また、読み出し手段 1 4 0 により読み出し処理が行われている間に、検出手段 1 3 0 において時刻 8 t から 9 t の間に 3 周期目の電磁波の検出が行われ、その検出データが時刻 1 2 t に出力されて一時記憶手段 1 6 0 に記憶される。そして、一時記憶手段 1 6 0 に記憶された 3 周期目の検出データのうち検出素子列 S 1 及び S 2 からの検出データについては読み出し手段 1 4 0 a により、また、検出素子列 S 3 及び S 4 からの検出データについては 1 4 0 b により、ともに時刻 1 2 t から 1 6 t の間に読み出される。

【 0 0 3 9 】

図 5 では、読み出し手段 1 4 0 a と読み出し手段 1 4 0 b が同じ個数の検出データを読み出すように分担する場合の構成を例示したが、読み出し手段 1 4 0 の読み出し能力の範囲内で不均等な個数で分担しても構わない。また、読み出し手段 1 4 0 を 3 個以上設けて分担しても構わない。また、それぞれの読み出し手段 1 4 0 にいずれの検出素子を分担させるかも任意である。

10

【 0 0 4 0 】

なお、t は検査対象物 W が検出素子列 1 列分の幅を進む所要時間であることから、検査対象物 W の搬送速度に応じて所要時間の絶対値が変化する。すなわち、t は搬送速度が速い場合には短い所要時間となり、遅い場合には長い所要時間となる。

【 0 0 4 1 】

そのため例えば、或る搬送速度において、読み出し手段 1 4 0 が 4 t の間に検出データを読み出せる個数が 1 6 個であったとしても、搬送速度が倍になると 4 t が示す時間の絶対値が半分になるため、検出データを読み出せる個数も半分の 8 個になる。

20

【 0 0 4 2 】

もっとも、このような事情を鑑みて読み出し手段を適切な個数設けることで、搬送速度が速くなっても、読み出し対象である全ての検出データを読み出すことができる。

【 0 0 4 3 】

各周期において読み出し手段 1 4 0 により以上のように読み出されたそれぞれの検出素子に対応する検出データに基づき、検査手段 1 5 0 が検査対象物 W の検査を実行する。実行する検査としては、異物検査、検査物通過検査、目視検査などが挙げられる。例えば、異物検査の場合、検出データを使用して検査対象物内の異物の存否などを自動的に判定する。また、目視検査の場合、検査対象物を目視で検査できるように、検出データに基づき二次元画像を生成して各種ディスプレイなどの表示手段 1 5 1 に表示させる。

30

【 0 0 4 4 】

以上のように、検出素子列を 2 列以上設けるとともに読み出し手段の読み出し能力を超えないように複数読み出し手段を設ける本発明の検査装置 1 0 0 によれば、検出素子列が 1 列の場合より読み出し時間を多く確保することができ、よって、搬送速度の上限を高めることができる。

【 0 0 4 5 】

なお、本発明は上記各実施形態に限定されるものではない。各実施形態は例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。すなわち、本発明において表現されている技術的思想の範囲内で適宜変更が可能であり、その様な変更や改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含む。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 4 6 】

1 0 0 ... 検査装置

1 1 0 ... 電磁波照射手段

1 2 0 ... 搬送手段

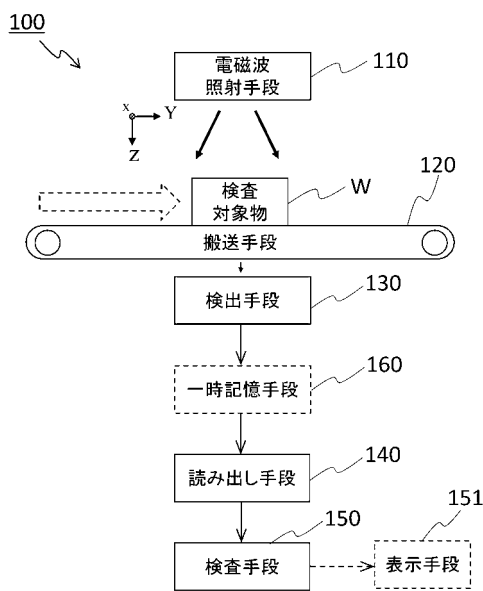
1 3 0 ... 検出手段

1 4 0、1 4 0 a、1 4 0 b ... 読み出し手段

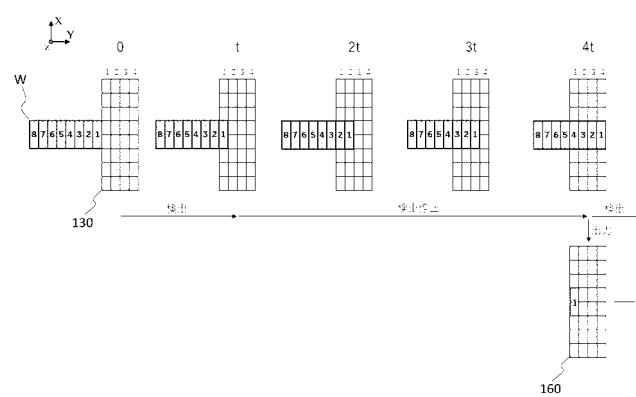
50

- 1 5 0 ... 検査手段
- 1 5 1 ... 表示手段
- 1 6 0 ... 一時記憶手段
- E 1、E 2、E 3、E 4、E 5、E 6、E 7、E 8 ... 検出素子
- L ... 配線
- S 1、S 2、S 3、S 4 ... 検出素子列
- t ... 時間（時刻）
- W ... 検査対象物

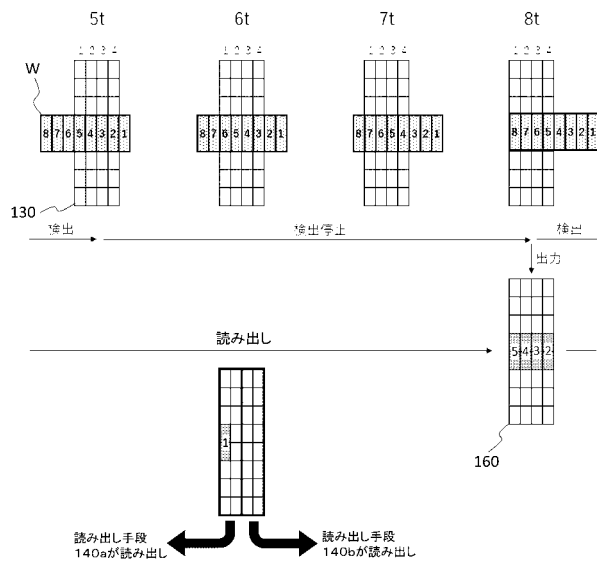
【 図 1 】



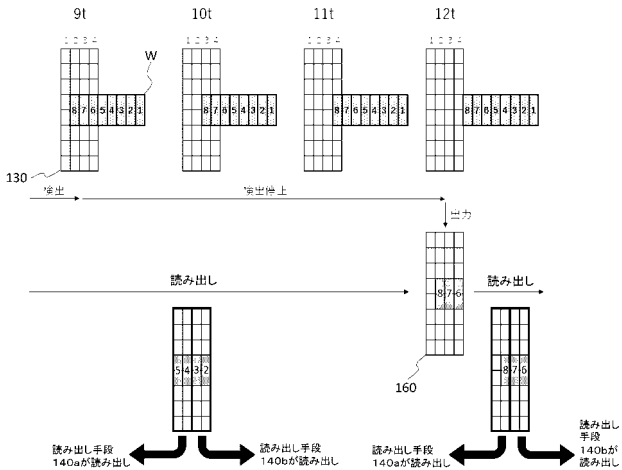
【 図 2 】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

