

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5701804号
(P5701804)

(45) 発行日 平成27年4月15日(2015.4.15)

(24) 登録日 平成27年2月27日(2015.2.27)

(51) Int.Cl.

F 1

G 11 B 5/455 (2006.01)
G 11 B 5/31 (2006.01)G 11 B 5/455
G 11 B 5/31D
M

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-68463 (P2012-68463)
 (22) 出願日 平成24年3月23日 (2012.3.23)
 (65) 公開番号 特開2013-200916 (P2013-200916A)
 (43) 公開日 平成25年10月3日 (2013.10.3)
 審査請求日 平成24年9月26日 (2012.9.26)

前置審査

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100108062
 弁理士 日向寺 雅彦
 (72) 発明者 小林 紗由美
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 (72) 発明者 山田 渉
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
 東芝内
 審査官 斎藤 真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】磁気ヘッド用スライダの検査方法、検査プログラムおよび磁気ヘッドの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

m 行 n 列のマトリックス状に配置され、類似した動的特性を有するものが行方向に分布する傾向にある複数のスライダを、m × t 個 (t は予め定められた整数) ごとに分類する磁気ヘッド用スライダの検査方法であって、

前記マトリックス状に配置された複数のスライダ S [i, j] (1 ≤ i ≤ m, 1 ≤ j ≤ n : i, j は整数) のうちの第 1 行に配置されたスライダ S [1, j] の動的特性を検査する第 1 のステップと、

前記スライダ S [1, 1] ~ S [1, n] のそれぞれを前記動的特性に基づいて複数のランクのいずれかに分類し、前記スライダ S [1, j] にそのランクに対応づけた係数 A (j) を付与する第 2 のステップと、

前記スライダ S [1, 1] ~ S [1, n] に付与された A (1) ~ A (n) のうちの k 列目の A (k) から k + t - 1 列目の A (k + t - 1) (1 ≤ k + t - 1 ≤ n : k は整数) までを用いた演算の結果に基づいて、スライダ S [1, s] (k ≤ s ≤ k + t - 1 : s は整数) を複数のグループのうちの 1 つに分類する第 3 のステップと、

前記スライダ S [1, s] の分類に基づいて、S [r, s] (2 ≤ r ≤ m, k ≤ s ≤ k + t - 1) を、複数のグループの 1 つに分類する第 4 のステップと、
 を備えた磁気ヘッド用スライダの検査方法。

【請求項 2】

前記 k 値を 1 ずつ増加させて k = 1 から k = n - t + 1 まで前記第 3 のステップを実行

10

20

し、前記スライダ $S[1, s]$ を前記複数のグループのうちの 1 つに分類する請求項 1 記載の磁気ヘッド用スライダの検査方法。

【請求項 3】

前記第 3 のステップは、前記 $A(k)$ から前記 $A(k+t-1)$ までを用いた前記演算の結果を第 1 の 総和を基準値とした第 1 の基準に基づいて判定し、その基準に適合した場合に、前記スライダ $S[1, s]$ を前記第 1 のグループに分類するステップと、

前記第 1 のグループに分類されなかった前記スライダ $S[1, j]$ のうちの連続して t 個以上が並ぶ部分について、その部分に含まれる p 列目の $A(p)$ から $p+t-1$ 列目の $A(p+t-1)$ までを用いた演算の結果を第 2 の 総和を基準値とした第 2 の基準に基づいて判定し、その基準に適合した場合に、スライダ $S[1, u]$ ($p \leq u \leq p+t-1$: p, u は整数) を前記第 2 のグループに分類するステップと、を含む請求項 1 または 2 に記載の磁気ヘッド用スライダの検査方法。 10

【請求項 4】

m 行 n 列のマトリックス状に複数配置され、類似した動的特性を有するものが 行方向に分布する傾向にある複数のスライダ $S[i, j]$ ($1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$: i, j は整数) のうちの第 1 行に配置されたスライダ $S[1, j]$ の前記動的特性の検査データに基づいて、前記スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ のそれぞれを複数のランクのいずれかに分類するステップと、

前記ランクに対応づけた係数 $A(j)$ を、前記スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ のうちの前記スライダ $S[1, j]$ に付与するステップと、 20

前記スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ に付与された $A(1) \sim A(n)$ のうちの k 列目の $A(k)$ から $k+t-1$ 列目の $A(k+t-1)$ ($1 \leq k \leq k+t-1 \leq n$: k は整数、 t は予め定められた整数) までを用いた演算の結果に基づいて、スライダ $S[1, s]$ ($k \leq s \leq k+t-1$: s は整数) を複数のグループのうちの 1 つに分類するステップと、を備えた磁気ヘッド用スライダの検査プログラム。

【請求項 5】

m 行 n 列のマトリックス状に複数配置され、類似した動的特性を有するものが 行方向に分布する傾向にある複数のスライダ $S[i, j]$ ($1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$: i, j は整数) のうちの第 1 行に配置されたスライダ $S[1, j]$ の前記動的特性を検査する工程と、 30

前記スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ のそれぞれを前記動的特性に基づいて複数のランクのいずれかに分類し、前記スライダ $S[1, j]$ にそのランクに対応づけた係数 $A(j)$ を付与し、前記スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ に付与された $A(1) \sim A(n)$ のうちの k 列目の $A(k)$ から $k+t-1$ 列目の $A(k+t-1)$ ($1 \leq k \leq k+t-1$

$n : k$ は整数、 t は予め定められた整数) までを用いた演算の結果に基づいて、スライダ $S[r, s]$ ($2 \leq r \leq m, k \leq s \leq k+t-1$: r, s は整数) を、前記特性の全数検査を要するグループ、または、それ以外のグループに分類する工程と、

前記全数検査を要するグループに含まれる前記スライダ $[r, s]$ の前記特性を全数検査する工程と、

を備えた磁気ヘッドの製造方法。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

実施形態は、磁気ヘッド用スライダの検査方法、検査プログラムおよび磁気ヘッドの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ハードディスク (Hard disk drive: HDD) は、磁気ヘッドと、記憶メディアと、を含む。そして、HDD の製造過程では、磁気ヘッドの特性と、記憶メディアの特性と、を適正に組み合わせることにより、所望の記憶容量を得る。このため、磁気ヘッドは、その 50

製造過程において実施される動特性試験の結果に基づいてランク分けされる。

【0003】

例えは、磁気ヘッドの先端には、記憶メディアへデータの書き込み・読み出しを行うスライダが取り付けられる。そして、そのスライダの性能により、磁気ヘッドの動特性が決まる。一方、スライダは、所定の基板を用いたウェーハプロセスにより製作される。したがって、基板上に形成された複数のスライダを、個々のチップに分割する前にランク分けすることが効率的であり、製造コストの低減につながる。

【0004】

しかしながら、磁気ヘッドの動特性試験は、スライダをアームに取り付けた状態で実施される。そして、その検査には多大なコストを要する。そこで、基板上に形成された複数のスライダをその製造過程において分類し、動特性試験の負荷を軽減できるスライダの検査方法および磁気ヘッドの製造方法が必要とされている。10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2011-123935号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

実施形態は、複数のスライダをその製造過程において分類し、動特性試験の負荷を軽減できるスライダの検査方法、検査プログラムおよび磁気ヘッドの製造方法を提供する。20

【課題を解決するための手段】

【0007】

実施形態は、 m 行 n 列のマトリックス状に複数配置され、類似した動的特性を有するものが行方向に分布する傾向にある複数のスライダを、 $m \times t$ 個 (t は予め定められた整数) ごとに分類する磁気ヘッド用スライダの検査方法であって、前記マトリックス状に配置された複数のスライダ $S[i, j]$ ($1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$: i, j は整数) のうちの第1行に配置されたスライダ $S[1, j]$ の動的特性を検査する第1のステップと、前記スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ のそれぞれを前記動的特性に基づいて複数のランクのいずれかに分類し、そのランクに対応づけた係数 $A(j)$ を付与する第2のステップと、を備える。そして、前記スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ に付与された $A(1) \sim A(n)$ のうちの k 列目の $A(k)$ から $k + t - 1$ 列目の $A(k + t - 1)$ ($1 \leq k \leq t - 1 \leq n$: k は整数) までを用いた演算の結果に基づいて、スライダ $S[1, s]$ ($k \leq s \leq k + t - 1$: s は整数) を複数のグループのうちの1つに分類する第3のステップと、前記スライダ $S[1, s]$ の分類に基づいて、 $S[r, s]$ ($2 \leq r \leq m, k \leq s \leq k + t - 1$) を、複数のグループの1つに分類する第4のステップと、を備える。30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施形態に係るスライダの検査方法を表すブロック図である。

【図2】実施形態に係る磁気ヘッドの製造過程を表す模式図である。40

【図3】実施形態に係るスライダブロックを表す模式図である。

【図4】スライダの特性分布の一例を表すグラフである。

【図5】スライダブロックの特性分布の一例を表す模式図である。

【図6】実施形態に係るスライダの検査過程を表す模式図である。

【図7】図6に続く検査過程を表す模式図である。

【図8】図7に続く検査過程を表す模式図である。

【図9】図8に続く検査過程を表す模式図である。

【図10】図9に続く検査過程を表す模式図である。

【図11】端数スライダの第1の処理方法を示す模式図である。

【図12】端数スライダの第2の処理方法を示す模式図である。50

【図13】端数スライダの第3の処理方法を示す模式図である。

【図14】端数スライダの第4の処理方法を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。なお、図面中の同一部分には同一番号を付してその詳しい説明は適宜省略し、異なる部分について説明する。

【0010】

図1は、実施形態に係るスライダの検査方法を表すブロック図である。本実施形態に係る検査方法では、m行n列のマトリックス状に配置された磁気ヘッド用スライダを検査する。

10

【0011】

まず、複数の前記スライダ $S[i, j]$ ($1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$: i, j は整数) のうちの第1行に配置されたスライダ $S[1, j]$ の特性を検査する (S01)。この試験は、スライダ $S[1, j]$ をアームに取り付け、例えば、書き込み幅 (Magnetic Write Width : MWW) などの動的特性を測定する。ここで、 $S[1, j]$ は、第1行目に配置されたスライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ のうちの j 列目のスライダを意味する。

【0012】

例えば、第1行に配置されたスライダ $S[1, j]$ の全数を測定しても良いし、そのうちの一部を測定しても良い。また、第1行目に配置されたスライダ $S[1, j]$ の全数を測定しない場合、未測定のスライダの特性は、測定済みのスライダの特性に基づいて、例えば、線形補間を行うことにより推定する。

20

【0013】

次に、スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ のそれぞれを、その動的特性に基づいて複数のランクのいずれかに分類する (S02)。そして、スライダ $S[1, j]$ にそのランクに対応づけた係数 $A(j)$ を付与する (S03)。

【0014】

続いて、スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ に付与された $A(1) \sim A(n)$ のうちの k 列目の $A(k)$ から $k + t - 1$ 列目の $A(k + t - 1)$ ($1 \leq k \leq t - 1 \leq n$: t は整数) までを用いて演算を行い (S04)、その結果に基づいて、スライダ $S[1, s]$ ($k \leq s \leq k + t - 1$: s は整数) を複数のグループのうちの1つに分類する (S05)。

30

【0015】

図2は、実施形態に係る磁気ヘッドの製造方法を表す模式図である。具体的には、磁気ヘッド用スライダの製造過程を示している。

【0016】

磁気ヘッドの先端に取り付けられるスライダは、例えば、シリコン基板と、その上に設けられた磁気回路を含む。そして、スライダは、ウェーハプロセスを用いて製作される。図2(a)に示すウェーハプロセスを完了した基板10には、複数のスライダが形成されている。

【0017】

次に、図2(b)に示すように、基板10を複数のスライダブロック (Slider Block) 20に分割する。続いて、それぞれのスライダブロック20(以下、ブロック20)に含まれる複数のスライダの静的特性を測定する(試験1)。具体的には、個々のスライダの読み取り特性を測定する。

40

【0018】

次に、図2(c)に示すように、ブロック20を、小ブロック (Small Block) 30にさらに分割する。続いて、それぞれの小ブロック30の表面を研磨する。具体的には、例えば、スライダの磁気回路に含まれる磁性体の先端を、CMP (Chemical Mechanical Polish) 法を用いて研磨し平坦化する。

【0019】

50

次に、図 2 (d) に示すように、小ブロック 3 0 の長辺側の端に並んだ 1 列のスライダ (Row bar 3 1) を切り離す。そして、Row-bar 3 1 から分割された個々のスライダをアームに取り付け、動的特性を測定する (試験 2) 。

【 0 0 2 0 】

次に、残りの小ブロック 3 3 に含まれるスライダを、Row-bar 3 1 に含まれる個々のスライダの動的特性に基づいて複数のグループに分類する。そして、図 2 (e) に示すように、小ブロック 3 3 を、それぞれのグループに対応する部分 3 3 a 、 3 3 b および 3 3 c に分割する。

【 0 0 2 1 】

図 3 は、実施形態に係るスライダブロックを模式的に表す平面図である。図 3 (a) および図 3 (b) は、個々のスライダの平面配置を模式的に示している。

【 0 0 2 2 】

図 3 (a) に示すように、ブロック 2 0 は、8 つの小ブロック 3 0 を含む。小ブロック 3 0 は、例えば、研磨に適したサイズに分割される。

【 0 0 2 3 】

図 3 (b) に示すように、小ブロック 3 0 に含まれる個々のスライダの配置は、m 行 n 列のマトリックスと見なすことができる。Row-bar 3 1 に含まれるスライダは、第 1 行に配置されたスライダ $S[1, j] (1 \leq j \leq n)$ である。残りの小ブロック 3 3 に含まれるスライダは、スライダ $S[r, s] (2 \leq r \leq m, 1 \leq s \leq k + t - 1 : s \text{ は整数})$ である。

【 0 0 2 4 】

上記の製造過程では、スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ のそれぞれを動的特性に基づいて複数のランクのいずれかに分類する。続いて、スライダ $S[1, j]$ に、そのランクに対応づけた係数 $A(j)$ を付与し、そのランクを数値化する。

【 0 0 2 5 】

スライダ $S[1, 1] \sim S[1, n]$ に付与された $A(1) \sim A(n)$ のうちの k 列目の $A(k)$ から $k + t - 1$ 列目の $A(k + t - 1) (1 \leq k + t - 1 \leq n)$ までを用いた演算を行う。そして、その演算の結果に基づいて、小ブロック 3 3 に含まれるスライダ $S[r, s] (2 \leq r \leq m, 1 \leq s \leq k + t - 1)$ を、複数のグループの 1 つに分類する。例えば、動的特性の全数検査を要するグループ、または、それ以外のグループに分類する。

【 0 0 2 6 】

次に、小ブロック 3 3 は、分類されたグループごとに分割される。このうち、例えば、動的特性の全数検査を要するグループに含まれるスライダ $S[r, s]$ は、アームに取り付けられた後、全数、動的特性を検査する。

【 0 0 2 7 】

図 4 は、スライダの特性分布の一例を表すグラフである。横軸は、スライダの列番号であり、縦軸は、MWW ($W_1 \sim W_4$) を示している。同図では、 W_1 よりも W_4 の方が大きな値であり MWW が広がる。また、グラフの上方には小ブロック 3 0 を模式的に表し、スライダの MWW 特性と、そのスライダの小ブロック 3 0 の中の位置と、を対応させていく。

【 0 0 2 8 】

図 4 に示す例では、小ブロック 3 0 の左端から右端方向に MWW が減少する。また、MWW は、 $W_1 \sim W_4$ の範囲において、3 つのランクに分けられている。例えば、MWW の最も狭いスライダは、 $W_1 \sim W_2$ の範囲にあり S ランクに分類され、MWW の広がりに対応して A ランク ($W_2 \sim W_3$) および B ランク ($W_3 \sim W_4$) に分類される。

【 0 0 2 9 】

図 4 において、縦方向に示した一点鎖線は、本実施形態に係るスライダの検査方法により分類されたグループの境界である。結果として、小ブロック 3 0 は、No. 1 ~ No. 7 の 7 つの部分に分類されている。

10

20

30

40

50

【0030】

図4に示すように、No.1の部分は、Bランクのスライダを含む。また、No.2の部分およびNo.6の部分は、Aランクのスライダを含む。さらに、No.7の部分は、Sランクのスライダを含む。そして、これらの部分に含まれるスライダは、例えば、動的特性の検査を実施せずに、それぞれの部分に対応するランクのスライダとして使用することができる。

【0031】

例えば、No.1の部分に含まれるAランクのスライダ D_x は、分布の特異点に該当するが、このスライダをBランクとして使用しても磁気ヘッドの動作に不具合は生じず、また、記憶容量が低下することもない。

10

【0032】

一方、No.3の部分、No.4の部分およびNo.5の部分は、それぞれの部分に含まれるスライダの数が、他の部分よりも少ない。すなわち、第1行目に配置されたスライダにおける係数 $A(j)$ の演算単位 ($t = 10$) よりも列数が小さい部分である。本実施形態に係る検査方法では、動的特性の分布が大きい部分において、このような列数の少ないグループが生じる。したがって、列数が演算単位 t よりも小さい部分は、動的特性の全数検査の対象とされる。

【0033】

図4に示す例では、No.3～No.5に対応する部分に含まれるスライダを全数検査することにより、Aランクのスライダと、Sランクのスライダと、を分別することができ、相互の混入を減らすことができる。そして、小ブロック30に含まれるスライダの全数に占めるNo.3～No.5の部分に含まれるスライダの数の割合は小さいので、動的特性の試験工程における負荷を軽減することができる。

20

【0034】

例えば、本実施形態とは異なる検査方法として、ブロック20の全体から動的特性を検査する複数のスライダを抽出し、その特性の分布に基づいて、そのブロック20の全数検査を行うか否かを決定する方法が考えられる。この方法は、検査工程が簡便であり、ブロック20に含まれるスライダの動的特性の分布が小さい場合に有効である。しかしながら、動的特性は、ウェーハプロセスおよび研磨工程のバラツキに起因し、その分布を小さくすることは難しい。このため、ブロック20が、全数検査の対象となる頻度は高く、多大な検査コストが発生する。また、全数検査の対象とならないブロック20において、ランク外のスライダが混入する割合が大きい。

30

【0035】

これに対し、本実施形態に係る検査方法では、小ブロック30の分布に対応したスライダのグループ分けが可能であり、動的特性の検査の対象となるスライダの数を大幅に削減することができる。また、ランク外のスライダの混入を低減することもできる。

【0036】

また、図1に示す検査フローを記述したプログラムを記憶したマイクロプロセッサを備えた検査装置、または、データ処理装置を用いることにより、本検査方法は、容易に実施することができる。

40

【0037】

図5は、スライダブロックの特性分布の一例を表す模式図である。図5(a)は、基板10の分割例を示す平面図である。図5(b)は、基板10に含まれるブロック20aおよび20bにおけるスライダの特性分布を示すマップである。

【0038】

図5(a)に示す例では、基板10に形成されたスライダは、8個のブロック20に分割される。

【0039】

図5(b)に示すマップは、複数の基板に設けられた同一座標のスライダのMWWの平均値を、ランクごとに色分けして示している。色の濃い部分は、Sランクのスライダを示

50

し、色の薄い部分は、AランクおよびBランクのスライダを示している。

【0040】

図5(b)から、ブロック20におけるSランクのスライダは、Y方向に連続して分布する方向性を有することがわかる。また、ランク毎に纏まって偏在する傾向が見られる。そして、基板10の全体における各ランクの分布は、連続したものではなく、ブロック毎に区々である。すなわち、各ブロック20におけるMWWの分布は、基板10として一括して処理されるウェーハプロセスに起因するのではなく、各ブロックに分割した後の処理である研磨工程に起因するものと推測される。

【0041】

このように、Y方向に同じランクのスライダが連続して分布する傾向があれば、例えばX方向に並ぶ1行のスライダの分布を測定することにより、Y方向に並ぶスライダの特性を予測することが可能である。さらに、各ランクのスライダが偏在している場合には、それぞれのランクのスライダが多く偏在する部分をグループ分けする。これにより、動的特性の検査数を削減することができ、且つ、無検査のスライダに混入するランク外のスライダの割合を下げることができる。

【0042】

また、ブロック20を分割した小ブロック30のサイズを好適に選択することにより、スライダのグループ分けの精度を向上させることができる。すなわち、小ブロック30に含まれるスライダをm行n列のマトリックスセルに対応させるとすれば、小ブロック30の縦横比n/mをブロック20におけるスライダの分布に適合させることができ。例えば、ブロック20におけるスライダの分布がY方向(列方向)への方向性を強く有する場合、n/mを大きくすることができる。一方、スライダの分布に方向性が無い場合には、n/mを小さくすることにより、クレープ分けの精度を向上させることができ。このように、n/mを好適に選択することにより、全数検査の対象となるスライダの数を減らし、無検査のグループにおけるランク外のスライダの混入を抑制することができる。

【0043】

次に、図6～図10を参照して、実施形態に係るスライダの検査方法を具体的に説明する。図6(a)～図10(b)は、実施形態に係るスライダの検査過程を表す模式図である。

【0044】

まず、図6(a)に示すように、動的特性の検査結果に基づいて、小ブロック30の第1行目に含まれるスライダS[1, 1]～S[1, n]のランク分けを行う。例えば、MWWの幅W₁～W₄の間に、MWWが狭い方からS、A、B、Cの4つのランクに対応する範囲を設定する。そして、スライダS[1, 1]～S[1, n]をそれぞれのMWW値に基づいて、各ランクに分類する。図4では、W₁～W₄の範囲を3つに分割し、それぞれにS、A、Bのランクを割り当てる例を示したが、実施形態はこれに限定される訳ではない。例えば、第1行目のMWWの分布に基づいて好適に分類することができる。また、それぞれのランクにおいて、MWW値が相互に重複する範囲を設定することもできる。

【0045】

ここで、第1行目の分布に異常値がある場合、適宜、除去または変換等を実施し、異常値を除去することが望ましい。例えば、MWW W₄のデータは、全てW₄に変換し、MWW W₁のデータは、全てW₁に変換するしても良い。さらに、データの無い部分(スライダが形成されていない部分、または、検査されていない部分)に対し線形補間を行うことが好ましい。

【0046】

次に、各ランクを数値化し、各スライダS[1, j]にそのランクに対応する数値を係数A[j]として付与する。例えば、Sランクのスライダに4、Aランクのスライダに3、Bランクのスライダに2およびCランクのスライダに1をそれぞれ付与し数値化する。

【0047】

次に、図6(b)に示すように、k = 1からk = n + t - 1までk値を1ずつ増加させ

10

20

30

40

50

て、 k 列目の $A(k)$ から $k+t-1$ 列目の $A(k+t-1)$ ($1 \leq k+t-1 \leq n$)まで、 t 個の係数 $A(j)$ を用いた演算を行う。

【0048】

図7は、 $A(k)$ から $A(k+t-1)$ までを用いた演算の結果を第1の基準に基づいて判定し、その基準に適合した場合に、スライダ $S[1, s]$ を第1のグループに分類するステップを示す模式図である。ここでは、例えば、 $t = 10$ として、 $A(k)$ から $A(k+9)$ まで、10個の係数の総和を求める。

【0049】

図7(a)に示すように、 $k = 2$ の時、総和は33、 $k = 3$ の時、総和は36、 $k = 4$ の時、総和は39、 $k = 5$ の時、総和は39となる。さらに k 値を増やして演算すると、 $k = 6$ の時、総和は39、 $k = 7$ の時、総和は39、 $k = 8$ の時、総和は38となる。

【0050】

続いて、 S ランクのスライダを含む S グループ(第1のグループ)を分類する。具体的には、第1の基準に従って、 $A(k)$ から $A(k+t-1)$ までの総和を判定する。例えば、第1の基準値を39として、総和が39以上であればグループに含まれるスライダ $S[1, s](k \leq s \leq k+9)$ を S グループに分類する。

【0051】

図7(a)に示す例では、 $k = 4 \sim 7$ の時、総和が39となり第1の基準に適合する。したがって、図7(b)に示すように、 $A(4) \sim A(16)$ に対応するスライダ $S[1, 4] \sim S[1, 16]$ が S グループに分類される。

【0052】

図8は、第1のグループに分類されなかったスライダ $S[1, j]$ のうちの連続して t 個以上が並ぶ部分について、その部分に含まれる p 列目の $A(p)$ から $p+t-1$ 列目の $A(p+t-1)$ までを用いた演算の結果を第2の基準に基づいて判定し、その基準に適合するスライダ $S[1, u](p \leq u \leq p+t-1)$ (p, u は整数)を第2のグループに分類するステップを示す模式図である。

【0053】

ここでも $t = 10$ として、 $A(p)$ から $A(p+9)$ まで、10個の係数の総和を求める。すなわち、 S グループに分類されていないスライダ $S[1, 1] \sim S[1, 3]$ 、 $S[1, 17] \sim S[1, 26]$ のうちの連続した10個に付与された係数 $A(j)$ の総和を、 p 値を1ずつ増加させながら算出する。

【0054】

具体的には、スライダ $S[1, 1] \sim S[1, 3]$ は、連続した10個の条件に該当せず、 $S[1, 17] \sim S[1, 26]$ のスライダについて演算が順次実行される。

【0055】

第2の基準は、例えば、 C ランクのスライダを含む C グループ(第2グループ)を分類する基準である。具体的には、第2の基準値を18とし、総和が18未満のグループに含まれるスライダを C グループに分類する。

【0056】

図8(a)に示すように、 $A(17) \sim A(26)$ の総和は29である。続いて、 p 値を17から1ずつ増加させながら、 $A(p)$ から $A(p+9)$ までの総和を求める。そして、図8(b)に示すように、 p 値が28の時、 $A(28) \sim A(37)$ の総和が17となり、第2の基準に適合する。さらに、 p 値を増やしてゆくと、 $A(p)$ から $A(p+9)$ の総和は18以上となる(図9参照)。したがって、スライダ $S[1, 28] \sim S[1, 37]$ は、 C グループに分類される。

【0057】

図9(a)に示すように、上記のデータ処理により、第1行目のスライダ $S[1, 1] \sim S[1, 10]$ のうちの、 S グループおよび C グループに属するものが分類される。

【0058】

次に、例えば、 A ランクのスライダを含む A グループ(第3グループ)に属するスライ

10

20

30

40

50

ダを分類する。具体的には、S グループおよびC グループに分類されたスライダを除き、連続した 10 個のスライダに付与された係数 A (j) の総和を求める。A グループに属するスライダを分類する第 3 の基準では、例えば、第 3 の基準値を 28 とする。そして、10 個のスライダの総和が 28 以上となるグループに含まれるスライダを A グループに分類する。すなわち、総和が 28 以上 38 以下のグループに属するスライダが、A グループに分類される。

【0059】

図 9 (a) に示すように、S グループおよびC グループに分類されていないスライダにおいて、A (17) ~ A (26) の総和は 29 であり、A (18) ~ A (27) の総和は 30 である。さらに、A (38) ~ A (47) の総和は、26 である。したがって、図 9 (b) に示すように、スライダ S [1, 17] ~ S [1, 27] が A グループに分類される。

【0060】

次に、例えば、B ランクのスライダを含む B グループ (第 4 グループ) に属するスライダを分類する。具体的には、S グループ、C グループおよびA グループに分類されたスライダを除き、連続した 10 個のスライダに付与された係数 A (j) の総和を求める。B グループに属するスライダを分類する第 4 の基準では、例えば、第 3 の基準値を 18 とする。そして、10 個のスライダの総和が 18 以上となるグループに含まれるスライダを B グループに分類する。すなわち、総和が 18 以上 27 以下のグループに属するスライダが、B グループに分類される。

【0061】

図 9 (a) に示すように、S グループ、C グループおよびA グループに分類されたスライダを除く、残りのスライダの A (38) ~ A (47) の総和は、26 である。したがって、図 9 (c) に示すように、スライダ S [1, 38] ~ S [1, 47] は、B グループに分類される。

【0062】

さらに、図 10 (a) に示すように、上記の分類では、S グループに分類されたスライダ S [1, 4] ~ S [1, 16] のうちの端に位置するスライダ S [1, 16] の動的特性が A ランクとなっている。このような場合には、図 10 (b) に示すように、スライダ S [1, 16] を隣接するグループに移す処理を行う。すなわち、スライダ S [1, 16] を A グループに含める修正を行う。これにより、S グループへの分類の精度を向上させることができる。

【0063】

次に、端数スライダの処理方法を説明する。例えば、各グループへの分類が終了した後に、どのグループにも分類されない端数スライダが残る場合がある。これらの端数スライダは、以下の 3 つの方法で分類することができる。

(1) 隣接するグループのうちのランクの低い方のグループに分類する。

(2) 隣接するグループのスライダの一部を加えて新しいグループとし、例えば、全数検査の対象とする。

(3) 隣接する 2 つのグループが同ランクの場合、そのグループに加える。

以下、図 11 ~ 図 14 を参照して、端数スライダの分類方法について、具体的に説明する。

【0064】

図 11 は、端数スライダの第 1 の処理方法を示す模式図である。図 11 (a) に示すように、S グループ、A グループ、B グループおよびC グループのいずれかに分類された 2 つのグループの間に、未分類のスライダ S [1, ×] がある場合、隣接する 2 つのグループのうちのランクの低いグループに分類にする。上記の例の場合、グループのランクは、高い方から S グループ、A グループ、B グループ、C グループの順とする。

【0065】

図 11 (b) に示すように、S グループおよびA グループに挟まれたスライダ S [1,

10

20

30

40

50

$x]$ は、A グループに分類される。

【0066】

また、隣接するグループのランクが同じ場合、隣接しているグループからそれぞれ 2 つのスライダ $S[1, x-2]$ 、 $S[1, x-1]$ 、および、 $S[1, x+1]$ 、 $S[1, x+2]$ を加え、 $S[1, x-2] \sim S[1, x+2]$ で構成される新しいグループを形成し、全数検査の対象とする。隣接するグループが 1 つの場合は、その隣接するグループに加える。

【0067】

図 12 は、端数スライダの第 2 の処理方法を示す模式図である。図 12 (a) に示すように、S グループ、A グループ、B グループおよび C グループのいずれかに分類された 2 つのグループの間に、未分類の 2 つのスライダ $S[1, x]$ 、 $S[1, x+1]$ がある場合、隣接する 2 つのグループのうちのランクの低いグループに分類にする。

10

【0068】

図 12 (b) に示すように、例えば、S グループと、A グループと、に挟まれたスライダ $S[1, x]$ 、 $S[1, x+1]$ は、A グループに分類する。

【0069】

また、図 12 (c) に示すように、隣接するグループのランクが同じ場合、隣接しているそれぞれのグループの 2 個のスライダを加えて新しいグループを形成し、全数検査の対象とする。

20

【0070】

図 12 (d) に示すように、例えば、両側の A グループからそれぞれ 2 つのスライダ $S[1, x-2]$ 、 $S[1, x-1]$ 、および、 $S[1, x+2]$ 、 $S[1, x+3]$ を加え、 $S[1, x-2] \sim S[1, x+3]$ で構成されるグループを形成し、全数検査の対象とする。

【0071】

図 13 は、端数スライダの第 3 の処理方法を示す模式図である。図 13 (a) に示すように、S グループ、A グループ、B グループおよび C グループのいずれかに分類された 2 つのグループの間に、未分類の 3 つまたは 4 つのスライダがある場合、隣接する 2 つのグループのうちのランクの低いグループに分類にする。

30

【0072】

図 13 (b) に示すように、例えば、S グループと、A グループと、に挟まれた 3 つのスライダ $S[1, x] \sim S[1, x+2]$ は、A グループに分類する。

【0073】

また、図 13 (c) に示すように、隣接するグループのランクが同じ場合、隣接しているそれぞれのグループの 1 個のスライダを加えたグループを形成し、全数検査の対象とする。

【0074】

図 13 (d) に示すように、例えば、両側の A グループからそれぞれ 1 つのスライダ $S[1, x-1]$ および $S[1, x+3]$ を加え、 $S[1, x-1] \sim S[1, x+3]$ で構成されるグループを形成し、全数検査の対象とする。

40

【0075】

図 14 は、端数スライダの第 4 の処理方法を示す模式図である。図 14 (a) に示すように、S グループ、A グループ、B グループおよび C グループのいずれかに分類された 2 つのグループの間に、未分類の 5 つ以上のスライダがある場合、それらを 1 つのグループとして、全数検査の対象とする。

【0076】

図 14 (b) に示すように、例えば、S グループと、A グループと、に挟まれた 6 つのスライダ $S[1, x] \sim S[1, x+5]$ は、1 つのグループとして全数検査の対象となる。

【0077】

50

上記のように、S グループ、A グループ、B グループおよびC グループのいずれにも分類されないスライダ S [1、j] は、全数検査の対象となるグループに分類される。これにより、動的特性の検査対象となるスライダの数を大幅に削減し、検査コストを低減することができる。さらに、低ランクのB グループおよびC グループの少なくともいずれかを全数検査の対象としても、S グループおよびA グループに属するスライダが無検査となるので、動的特性の検査工程の負荷を低減できる。

【 0 0 7 8 】

上記の検査方法を用いたスライダの製造過程において、1つの小ブロック 3 0 におけるグループ数が多くなると、個々のスライダスライダ S [1、s] の分類が煩雑となり、例えば、選別装置が対応できない場合が生じる。このため、例えば、1つの小ブロック 3 0 におけるグループ数が、最大で8つとなるように調整しても良い。すなわち、グループ数が9以上になる場合は、その小ブロック 3 0 に対して分類の基準値を変更する。または、グループ A ~ グループ C のうちの全数検査の対象となっていないグループを、全数検査のグループに変更するといった処理を行う。

10

【 0 0 7 9 】

また、上記の検査方法では、S ランクに4、A ランクに3、B ランクに2 およびC ランクに1を付与して数値化しているが、これに限られる訳ではない。例えば、S ランクに1、A ランクに2、B ランクに3 およびC ランクに4 を付与し、それぞれのランクに対応する基準値を設けても良い。また、演算は、A (k) から A (k + t - 1) までの総和に限られない。例えば、S ランクに1、A ランクに0 . 9、B ランクに0 . 8 およびC ランクに0 . 7 を付与して数値化し、A (k) から A (k + t - 1) までの積に基づいて分類を行っても良い。

20

【 0 0 8 0 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

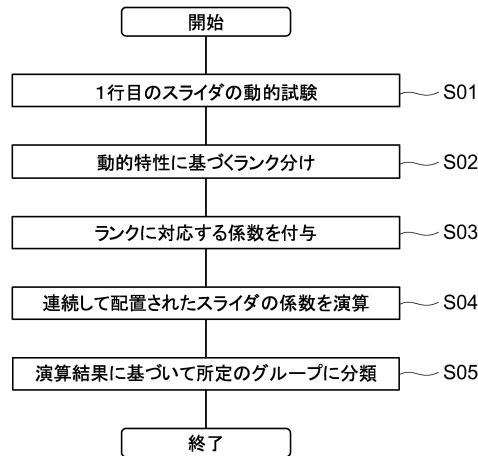
【 符号の説明 】

30

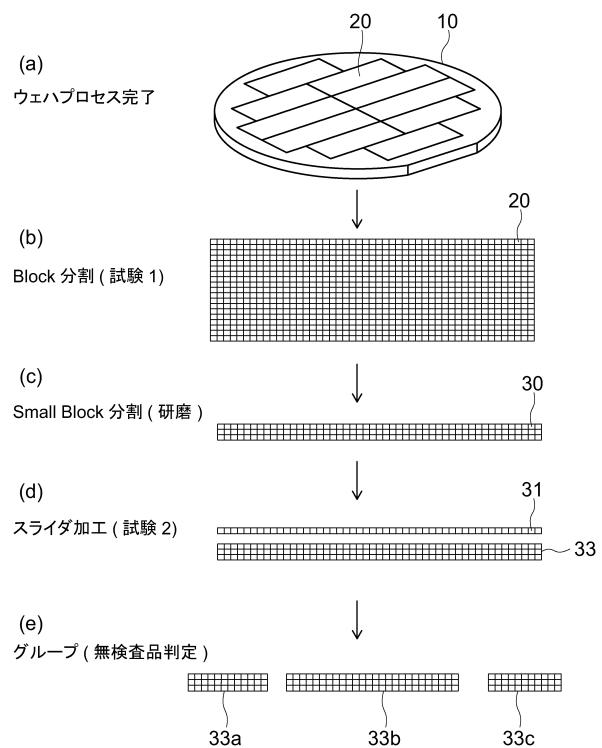
【 0 0 8 1 】

1 0 . . . 基板、 2 0 、 2 0 a 、 2 0 b 、 2 0 c 、 2 0 d . . . ブロック、 3 0 、
3 3 . . . 小ブロック、 3 1 . . . R o w - b a r 、 3 3 a 、 3 3 b 、 3 3 c . . .
小ブロックの部分、 S [i 、 j] . . . スライダ

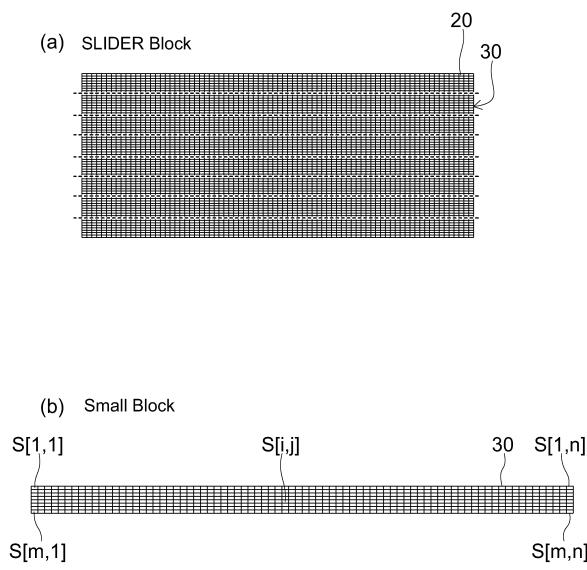
【図1】



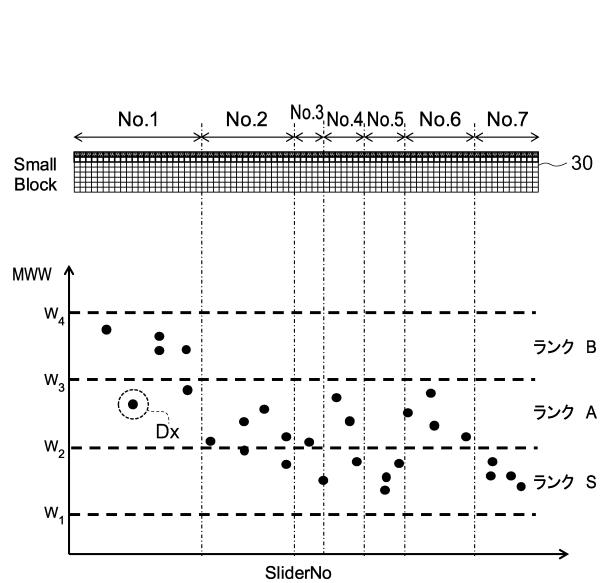
【図2】



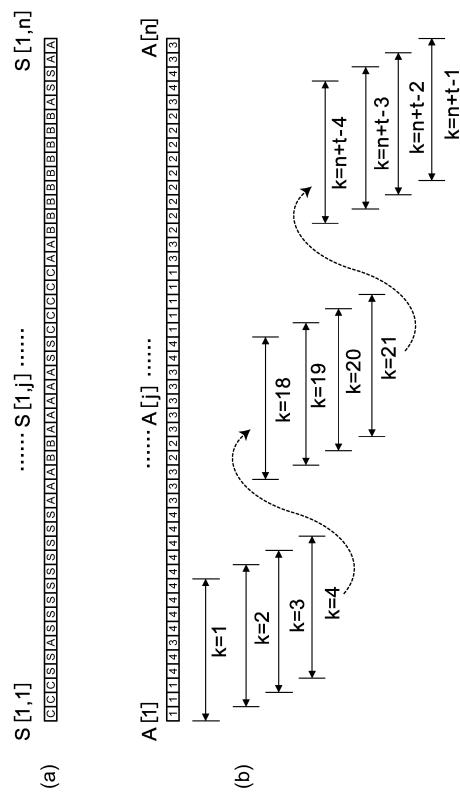
【図3】



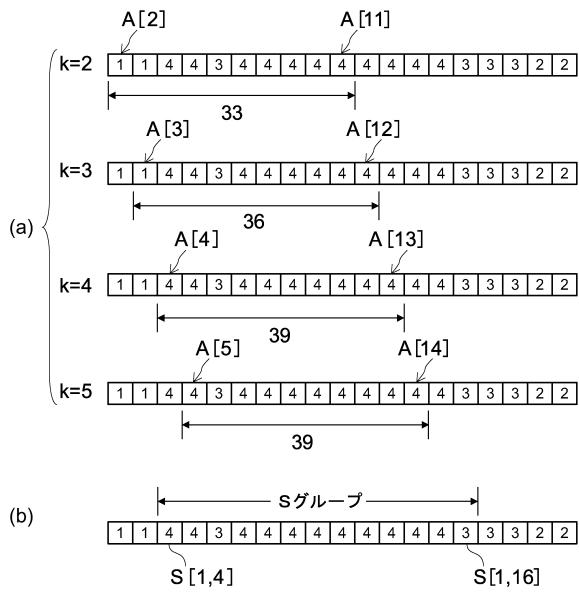
【図4】



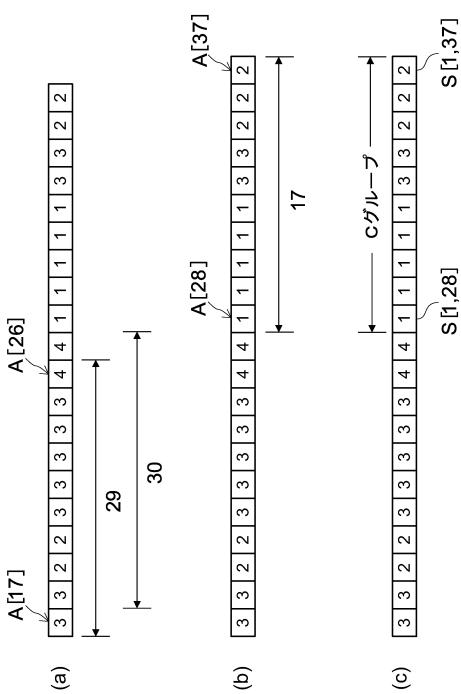
【図6】



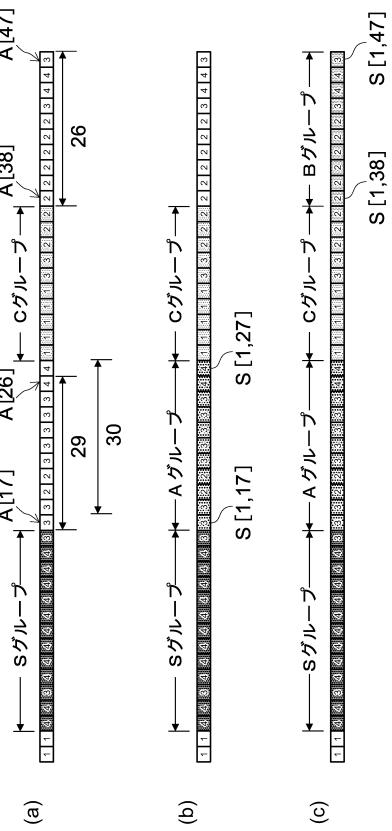
【図7】



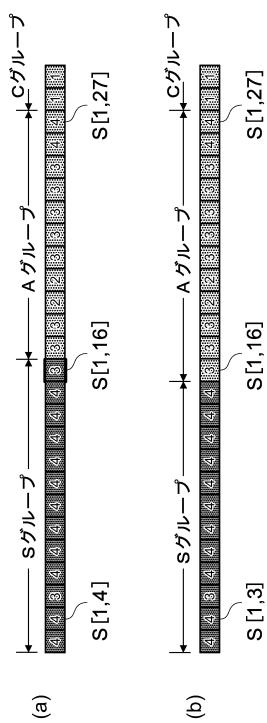
【図8】



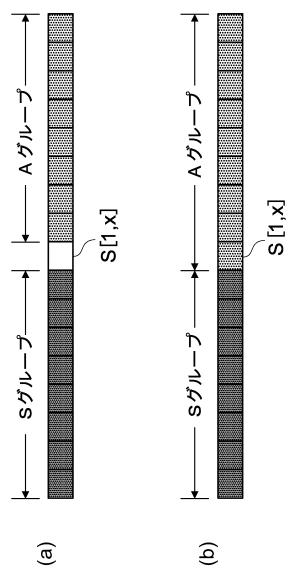
【図9】



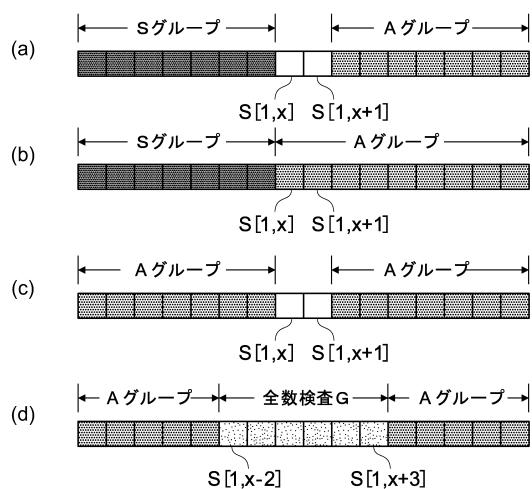
【図10】



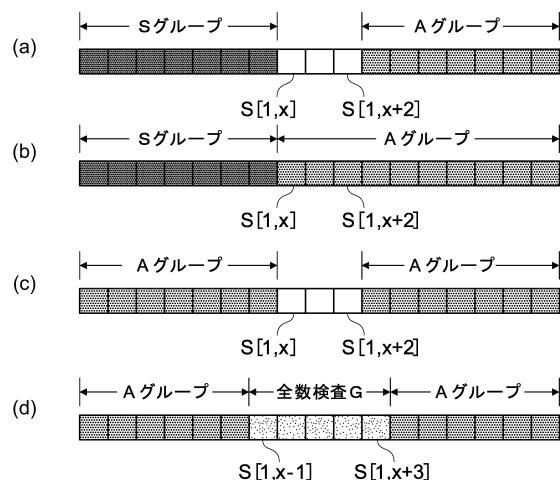
【図11】



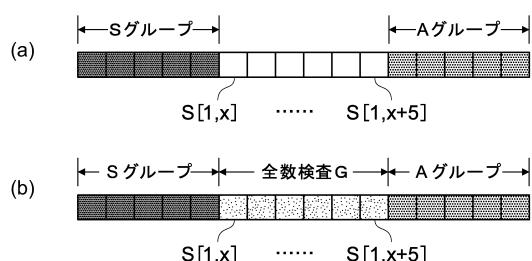
【図12】



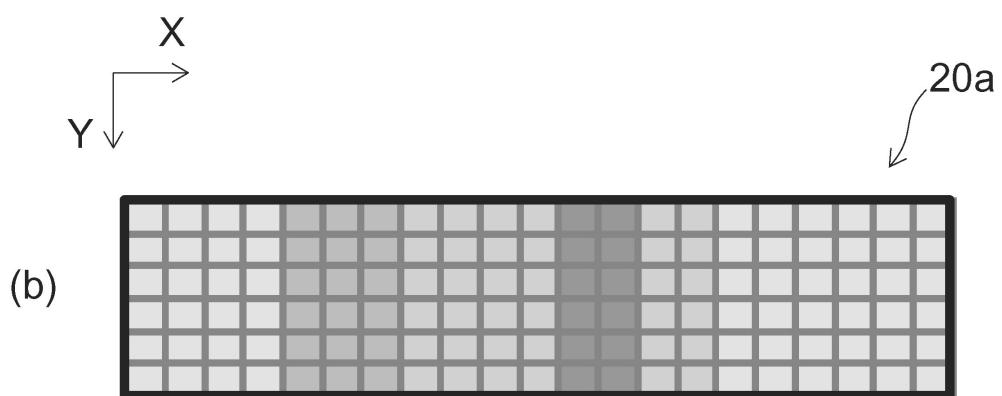
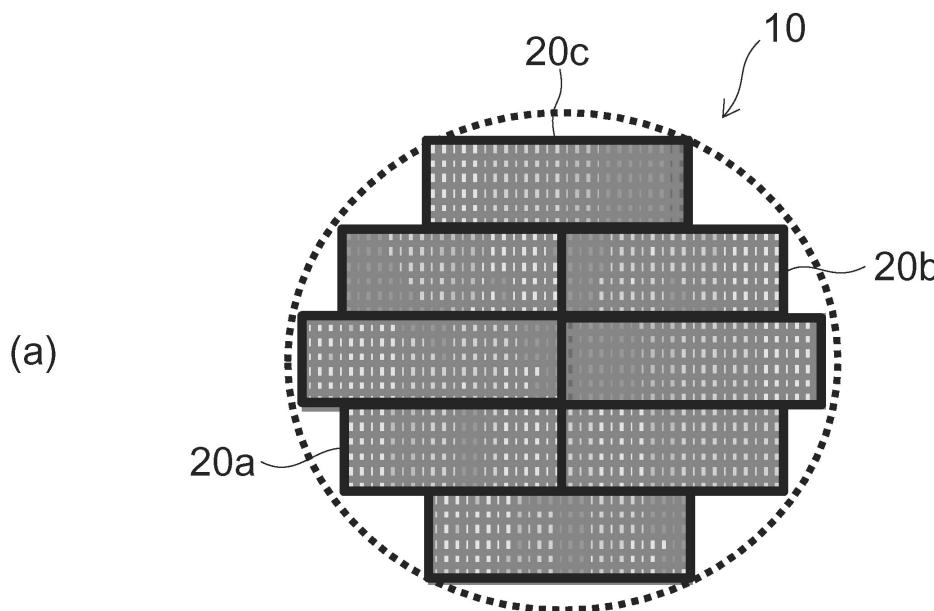
【図13】



【図14】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-198806(JP,A)
特開2009-170063(JP,A)
特開2011-123935(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 11 B 5 / 0 0
G 11 B 5 / 3 1
G 11 B 5 / 4 5 5