

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6562230号
(P6562230)

(45) 発行日 令和1年8月21日(2019.8.21)

(24) 登録日 令和1年8月2日(2019.8.2)

(51) Int.Cl.	F I
G 1 1 B 7/0033 (2006.01)	G 1 1 B 7/0033
G 1 1 B 7/0045 (2006.01)	G 1 1 B 7/0045 Z
G 1 1 B 7/005 (2006.01)	G 1 1 B 7/005 Z
G 1 1 B 7/007 (2006.01)	G 1 1 B 7/007
G 1 1 B 7/24012 (2013.01)	G 1 1 B 7/24012

請求項の数 8 (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-146644 (P2018-146644)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成30年8月3日(2018.8.3)		大日本印刷株式会社
(62) 分割の表示	特願2017-100684 (P2017-100684)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
原出願日	平成26年3月24日(2014.3.24)	(74) 代理人	100091982
(65) 公開番号	特開2018-190484 (P2018-190484A)		弁理士 永井 浩之
(43) 公開日	平成30年11月29日(2018.11.29)	(74) 代理人	100091487
審査請求日	平成30年8月24日(2018.8.24)		弁理士 中村 行孝
		(74) 代理人	100105153
			弁理士 朝倉 悟
		(74) 代理人	100127465
			弁理士 堀田 幸裕
		(74) 代理人	100091476
			弁理士 志村 浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

デジタルデータが記録された情報記録媒体であって、
 石英ガラスもしくはシリコンによって構成される基板を有し、
 前記基板には、デジタルデータを構成するビット " 1 " およびビット " 0 " のうちのい
 ずれか一方を示すビット図形が、凹部もしくは凸部、または貫通孔として記録されてお

り、
 前記基板の記録面に、等間隔で配置された横方向格子線および等間隔で配置された縦方
 向格子線が定義されており、前記横方向格子線と前記縦方向格子線との各交点を格子点と
 呼んだときに、個々のビット図形が、いずれかの格子点の位置に配置されており、

前記基板の前記記録面に、複数の単位記録領域が設けられており、
 個々の単位記録領域は、それぞれビット記録領域を包含しており、
 個々のビット図形は、いずれかのビット記録領域内に配置されており、
 個々の単位記録領域について、単位記録領域の内側、かつ、ビット記録領域の外側に、
 ビット図形と区別可能な図形からなる位置合わせマークが記録されていることを特徴とす
 る情報記録媒体。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の情報記録媒体において、
 基板の記録面に、矩形状の単位記録領域が二次元行列状に配置されており、
 個々の単位記録領域は、それぞれ矩形状のビット記録領域を包含していることを特徴と

10

20

する情報記録媒体。

【請求項 3】

請求項 2に記載の情報記録媒体において、

個々の位置合わせマークが、いずれかの格子点の位置に配置されていることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 4】

請求項 2 または 3に記載の情報記録媒体において、

矩形状のビット記録領域の 4 隅のうちの対角にない 2 隅の外側近傍に、それぞれ位置合わせマークが配置されていることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 5】

請求項 2 または 3に記載の情報記録媒体において、

矩形状のビット記録領域の 4 隅のうちの 3 隅の外側近傍に、それぞれ位置合わせマークが配置されており、かつ、相互に隣接する単位記録領域について、3 組の位置合わせマークの配置態様が異なっていることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 6】

請求項 4 または 5に記載の情報記録媒体において、

複数の単位記録領域のうち、特定の単位記録領域が基準単位記録領域として設定されており、当該基準単位記録領域については、他の単位記録領域とは異なる基準位置合わせマークが記録されていることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 7】

請求項 1 ～ 6のいずれかに記載の情報記録媒体において、

ビット図形が、凹部もしくは凸部として記録されており、基板の記録面が凹凸構造面を形成し、この凹凸構造面の一部分もしくは全面に、光反射性もしくは光吸収性の材料からなる付加層が形成されていることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 6のいずれかに記載の情報記録媒体において、

ビット図形が、凹部もしくは凸部として記録されており、基板の記録面が凹凸構造面を形成し、この凹凸構造面の一部分もしくは全面の表面近傍に、光反射性もしくは光吸収性の不純物ドーピング層が形成されていることを特徴とする情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、耐久性をもった情報記録媒体に情報を書き込んで保存するとともに、書き込みが行われた情報記録媒体から情報を読み出す技術に関する。

【背景技術】

【0002】

紙は、様々な情報を記録する媒体として古くから利用されてきており、現在でも、多くの情報が紙面上に記録されている。一方、産業の発達とともに、画像情報を記録するためのフィルムや、音の情報を記録するためのレコード盤などが利用されるようになり、近年では、コンピュータの普及とともに、デジタルデータを記録する媒体として、磁気記録媒体、光学式記録媒体、半導体記録媒体などが利用されるに至っている。

【0003】

上述した情報記録媒体は、その用途に応じて、それぞれ利用に支障が生じない程度の耐久性を備えている。たとえば、紙の印刷物、フィルム、レコード盤などの情報記録媒体は、数年といった時間尺度においては、十分な耐久性を有する媒体と言える。しかしながら、数十年といった時間尺度でみると、経年変化による劣化は避けられず、記録した情報が滅失する可能性が出てくる。また、経年変化だけでなく、水の作用や熱の作用によって損傷を受ける可能性がある。

【0004】

また、コンピュータ用の磁気記録媒体、光学式記録媒体、半導体記録媒体などは、一般

10

20

30

40

50

的な電子機器の利用にあたって支障が生じない程度の耐久性を備えているが、そもそも数十年といった時間尺度での耐久性を考慮した設計はなされていないため、恒久的な情報保存の用途には適していない。

【0005】

一方、下記の特許文献1には、記録容量を高めつつ、石英ガラスのような耐久性ある媒体に情報を記録する方法として、円柱状の媒体内の微小セルに光透過率の違いとして三次元的にデータを記録しておき、この媒体を回転させながらコンピュータトモグラフィの技術を利用して情報の読み出しを行う方法が開示されている。また、特許文献2には、同様の目的を達成するために、円柱状の記録媒体に対して照射角度を変えながら電磁波を照射して透過率の違いを測定し、やはりコンピュータトモグラフィの技術を利用して情報の読み出しを行う方法が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4991487号公報

【特許文献2】特許第5286246号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したように、現在一般に利用されている情報記録媒体は、数年～数十年程度の耐久性を考慮して設計されたものであるため、数百年～数千年といった長い時間尺度で情報を後世に残すためには不適切である。たとえば、紙、フィルム、レコード盤といった物理的もしくは化学的に脆弱な情報記録媒体には、数百年～数千年といった長い期間の耐久性を期待することはできない。もちろん、磁気記録媒体、光学式記録媒体、半導体記録媒体といったコンピュータ用の情報記録媒体も、そのような用途には不適切である。

20

【0008】

人類史上では、数百年～数千年の時間尺度を経た情報記録媒体として、石碑が現存しているが、石盤に高集積度をもって情報を記録することは非常に困難であり、コンピュータ用のデジタルデータなど、大容量の情報を記録する媒体として石盤は不適当である。

【0009】

一方、前掲の特許文献1および2に開示されている技術のように、円柱上の石英ガラスを媒体として、その内部に三次元的に情報を記録する方法を採用すれば、かなり長期的な耐久性を維持しつつ、高集積化を図ることが可能な情報記録方法が実現できる。しかしながら、読み出し時には、媒体内に三次元的に分散したセルから情報を抽出する必要があるため、コンピュータトモグラフィの技術を利用し、フーリエ変換処理などを行う必要がある。別言すれば、数百年～数千年といった長い時間尺度を経た後にも、記録時と同じコンピュータトモグラフィの技術が継承されていなければ、情報を読み出すことができないことになる。

30

【0010】

そこで本発明は、長期的な耐久性を維持しつつ、高い集積度をもって情報を記録することができ、しかも普遍的な方法で情報を読み出すことが可能な情報保存の方法および装置を提供することを目的とし、更に、そのような方法で情報が保存された情報記録媒体を提供し、この情報記録媒体から、元の情報を読み出すための方法および装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

(1) 本発明の第1の態様は、デジタルデータを情報記録媒体に書き込んで保存する情報保存装置において、

保存対象となるデジタルデータを入力するデータ入力部と、

デジタルデータを、所定のビット長単位で分割することにより、複数の単位データを生

50

成する単位データ生成部と、

個々の単位データを構成するデータビットを二次元行列状に配置することにより、単位ビット行列を生成する単位ビット行列生成部と、

単位ビット行列を、所定のビット記録領域内に配置された幾何学的なパターンに変換することにより単位ビット図形パターンを生成する単位ビット図形パターン生成部と、

単位ビット図形パターンに位置合わせマークを付加することにより、単位記録用図形パターンを生成する単位記録用図形パターン生成部と、

単位記録用図形パターンを描画するための描画データを生成する描画データ生成部と、

描画データに基づいて、情報記録媒体となる基板上に、電子線またはレーザー光を用いたビーム露光を行うビーム露光装置と、

露光を受けた基板に対してパターンニング処理を行うことにより、描画データに応じた物理的構造パターンが形成された情報記録媒体を生成するパターンニング装置と、

を設けるようにしたものである。

【0012】

(2) 本発明の第2の態様は、上述した第1の態様に係る情報保存装置において、

ビーム露光装置が、被成形層とこれを覆うレジスト層とを有する基板に対して、レジスト層の表面にビーム露光を行う機能を有し、

パターンニング装置が、レジスト層の露光部または非露光部を溶解する性質をもった現像液に基板を含浸させてその一部を残存部とする加工を行う現像処理部と、レジスト層の残存部をマスクとして被成形層に対するエッチングを行うエッチング処理部と、を有するよう

【0013】

(3) 本発明の第3の態様は、上述した第2の態様に係る情報保存装置において、

単位ビット図形パターン生成部が、単位ビット行列を構成する個々のビット"1"および個々のビット"0"のうちのいずれか一方を、閉領域からなる個々のビット図形に変換し、

描画データ生成部が、個々のビット図形の輪郭線を示す描画データを生成し、

ビーム露光装置が、個々のビット図形の輪郭線の内側部分に対してビーム露光を行うようにしたものである。

【0014】

(4) 本発明の第4の態様は、上述した第1～第3の態様に係る情報保存装置において、

パターンニング装置が、ビット"1"およびビット"0"のいずれか一方を示す凹部と他方を示す凸部とからなる凹凸構造を有する物理的構造パターンを形成するようにしたものである。

【0015】

(5) 本発明の第5の態様は、上述した第4の態様に係る情報保存装置において、

パターンニング装置が、凹部と凸部のいずれか一方もしくは双方の表面に、光反射性もしくは光吸収性の材料からなる付加層を有する物理的構造パターンを形成するようにしたものである。

【0016】

(6) 本発明の第6の態様は、上述した第1～第3の態様に係る情報保存装置において、

パターンニング装置が、ビット"1"およびビット"0"のいずれか一方を示す貫通孔と他方を示す非孔部とからなる網状構造を有する物理的構造パターンを形成するようにしたものである。

【0017】

(7) 本発明の第7の態様は、上述した第1～第6の態様に係る情報保存装置において、

単位データ生成部が、デジタルデータを($m \times n$)ビットからなる単位データに分割し

10

20

30

40

50

、
単位ビット行列生成部が、 m 行 n 列からなる単位ビット行列を生成し、

単位ビット図形パターン生成部が、単位ビット行列を構成する個々のビットを m 行 n 列の行列状に配置された格子点に対応づけ、ビット"1"またはビット"0"に対応する格子点上に所定形状のビット図形を配置することにより単位ビット図形パターンを生成するようにしたものである。

【0018】

(8) 本発明の第8の態様は、上述した第7の態様に係る情報保存装置において、

単位ビット図形パターン生成部が、矩形形状のビット記録領域内に配置された単位ビット図形パターンを生成し、

10

単位記録用図形パターン生成部が、矩形形状のビット記録領域の外部に位置合わせマークを付加することにより、ビット記録領域および位置合わせマークを包含する矩形形状の単位記録領域内に配置された単位記録用図形パターンを生成し、

描画データ生成部が、矩形形状の単位記録領域を二次元行列状に配置することにより、複数の単位記録用図形パターンを含んだ描画用パターンを生成し、当該描画用パターンを描画するための描画データを生成するようにしたものである。

【0019】

(9) 本発明の第9の態様は、上述した第8の態様に係る情報保存装置において、

単位記録用図形パターン生成部が、矩形形状のビット記録領域の4隅のうちの対角にない2隅の外側近傍に配置された合計2組の位置合わせマークを付加することにより、単位記録用図形パターンを生成するようにしたものである。

20

【0020】

(10) 本発明の第10の態様は、上述した第8の態様に係る情報保存装置において、

単位記録用図形パターン生成部が、矩形形状のビット記録領域の4隅のうちの3隅の外側近傍に配置された合計3組の位置合わせマークを付加することにより、単位記録用図形パターンを生成し、かつ、相互に隣接する単位記録用図形パターンについて、3組の位置合わせマークの配置態様を異ならせるようにしたものである。

【0021】

(11) 本発明の第11の態様は、上述した第9または第10の態様に係る情報保存装置において、

30

単位記録用図形パターン生成部が、特定の単位記録領域を基準単位記録領域に設定し、当該基準単位記録領域については、他の単位記録領域とは異なる基準位置合わせマークを用いた単位記録用図形パターンを生成するようにしたものである。

【0022】

(12) 本発明の第12の態様は、上述した第1～第11の態様に係る情報保存装置において、

データ入力部と、単位データ生成部と、単位ビット行列生成部と、単位ビット図形パターン生成部と、単位記録用図形パターン生成部と、描画データ生成部とを、コンピュータにプログラムを組み込むことにより構成したものである。

【0023】

40

(13) 本発明の第13の態様は、上述した第1～第11の態様に係る情報保存装置におけるデータ入力部、単位データ生成部、単位ビット行列生成部、単位ビット図形パターン生成部、単位記録用図形パターン生成部および描画データ生成部としてコンピュータを機能させるプログラムを用意するようにしたものである。

【0024】

(14) 本発明の第14の態様は、上述した第1の態様に係る情報保存装置を用いて情報記録媒体に保存されたデジタルデータを読み出す情報読出装置において、

情報記録媒体の記録面の一部をなす撮影対象領域を拡大して撮影し、得られた撮影画像を画像データとして取り込む画像撮影装置と、

撮影画像を格納する撮影画像格納部と、

50

撮影画像格納部に格納されている撮影画像から位置合わせマークを検出することにより、個々のビット記録領域を認識するビット記録領域認識部と、

ビット記録領域内のパターンに基づいて単位ビット行列を認識する単位ビット行列認識部と、

読出対象となるすべてのビット記録領域についての撮影画像が得られるように、画像撮影装置による撮影対象領域を変更する制御を行う走査制御部と、

単位ビット行列認識部が認識した個々の単位ビット行列から単位データを生成し、個々の単位データを合成することにより、保存対象となったデジタルデータを復元するデータ復元部と、

を設けるようにしたものである。

10

【0025】

(15) 本発明の第15の態様は、上述した第11の態様に係る情報保存装置を用いて情報記録媒体に保存されたデジタルデータを読み出す情報読出装置において、

情報記録媒体の記録面の一部をなす撮影対象領域を拡大して撮影し、得られた撮影画像を画像データとして取り込む画像撮影装置と、

撮影画像を格納する撮影画像格納部と、

撮影画像格納部に格納されている撮影画像から位置合わせマークを検出することにより、個々のビット記録領域を認識するビット記録領域認識部と、

ビット記録領域内のパターンに基づいて単位ビット行列を認識する単位ビット行列認識部と、

20

読出対象となるすべてのビット記録領域についての撮影画像が得られるように、画像撮影装置による撮影対象領域を変更する制御を行う走査制御部と、

単位ビット行列認識部が認識した個々の単位ビット行列から単位データを生成し、個々の単位データを合成することにより、保存対象となったデジタルデータを復元するデータ復元部と、

を設け、

画像撮影装置が、少なくとも1つの単位記録領域を包含可能なサイズの撮影対象領域を撮影する機能を有し、

走査制御部が、基準位置合わせマークに基づいて基準単位記録領域を包含する領域の撮影画像が得られるように、画像撮影装置に対して撮影対象領域を調整させる制御を行い、その後、単位記録領域の配置ピッチに応じて撮影対象領域を順次移動させる制御を行うようにしたものである。

30

【0026】

(16) 本発明の第16の態様は、上述した第14または第15の態様に係る情報読出装置において、

撮影画像格納部と、ビット記録領域認識部と、単位ビット行列認識部と、走査制御部と、データ復元部とを、コンピュータにプログラムを組み込むことにより構成したものである。

【0027】

(17) 本発明の第17の態様は、上述した第14または第15の態様に係る情報読出装置における撮影画像格納部、ビット記録領域認識部、単位ビット行列認識部、走査制御部およびデータ復元部としてコンピュータを機能させるプログラムを用意するようにしたものである。

40

【0028】

(18) 本発明の第18の態様は、デジタルデータを情報記録媒体に書き込んで保存する情報保存方法において、

コンピュータが、保存対象となるデジタルデータを入力するデータ入力段階と、

コンピュータが、デジタルデータを、所定のビット長単位で分割することにより、複数の単位データを生成する単位データ生成段階と、

コンピュータが、個々の単位データを構成するデータビットを二次元行列状に配置する

50

ことにより、単位ビット行列を生成する単位ビット行列生成段階と、

コンピュータが、単位ビット行列を、所定のビット記録領域内に配置された幾何学的なパターンに変換することにより単位ビット図形パターンを生成する単位ビット図形パターン生成段階と、

コンピュータが、単位ビット図形パターンに位置合わせマークを付加することにより、単位記録用図形パターンを生成する単位記録用図形パターン生成段階と、

コンピュータが、単位記録用図形パターンを描画するための描画データを生成する描画データ生成段階と、

描画データに基づいて、情報記録媒体となる基板上に、電子線またはレーザ光を用いたビーム露光を行うビーム露光段階と、

露光を受けた基板に対してパターンニング処理を行うことにより、描画データに応じた物理的構造パターンが形成された情報記録媒体を生成するパターンニング段階と、

を行うようにしたものである。

【0029】

(19) 本発明の第19の態様は、上述した第18の態様に係る情報保存方法を用いて情報記録媒体に保存されたデジタルデータを読み出す情報読出方法において、

画像撮影装置を用いて、情報記録媒体の記録面の一部をなす撮影対象領域を拡大して撮影し、得られた撮影画像を画像データとして取り込む画像撮影段階と、

コンピュータが、撮影画像を格納する撮影画像格納段階と、

コンピュータが、撮影画像格納段階で格納された撮影画像から位置合わせマークを検出することにより、個々のビット記録領域を認識するビット記録領域認識段階と、

コンピュータが、ビット記録領域内のパターンに基づいて単位ビット行列を認識する単位ビット行列認識段階と、

コンピュータが、単位ビット行列認識段階で認識した個々の単位ビット行列から単位データを生成し、個々の単位データを合成することにより、保存対象となったデジタルデータを復元するデータ復元段階と、

を行い、

画像撮影段階において、コンピュータが、読出対象となるすべてのビット記録領域についての撮影画像が得られるように、画像撮影装置による撮影対象領域を変更する制御を行うようにしたものである。

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、保存対象となるデジタルデータは複数の単位データに分割され、単位ビット行列の形態に変更された後、幾何学的な図形パターンに変換される。この図形パターンは、電子線またはレーザ光を用いたビーム露光によって基板上に転写され、パターンニング処理を行うことにより、微細な物理的構造パターンとして記録される。このため、長期的な耐久性を維持しつつ、高い集積度をもって情報が記録された情報記録媒体を提供することができる。しかも基板上に転写された図形パターンそれ自身は二次元パターンであるため、普遍的な方法で情報を読み出すことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明に係る情報保存装置の基本的実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す情報保存装置による具体的な情報保存プロセスの一例を示す模式図である。

【図3】図2に示す単位記録用図形パターンR(U1)の拡大図である。

【図4】図1に示すビーム露光装置200による露光工程およびパターンニング装置300によるパターンニング工程の具体例を示す側断面図である（切断面のみを示し、奥の構造の図示は省略する）。

【図5】本発明によって情報の書き込みが行われた情報記録媒体のバリエーションを示す側断面図である（切断面のみを示し、奥の構造の図示は省略する）。

10

20

30

40

50

【図 6】本発明に係る情報読出装置の基本的実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 7】本発明に用いる位置合わせマークのバリエーションを示す平面図である。

【図 8】本発明における位置合わせマークの配置形態のバリエーションを示す平面図である。

【図 9】本発明に用いる位置合わせマークの別なバリエーションを示す平面図である。

【図 10】本発明における位置合わせマークの配置形態の別なバリエーションを示す平面図である。

【図 11】本発明に係る情報保存方法の基本処理手順を示す流れ図である。

【図 12】本発明に係る情報読出方法の基本処理手順を示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0032】

以下、本発明を図示する実施形態に基づいて説明する。

【0033】

<<< § 1. 本発明に係る情報保存装置の基本的実施形態 >>>

図 1 は、本発明に係る情報保存装置の基本的実施形態の構成を示すブロック図である。この実施形態に係る情報保存装置は、デジタルデータを情報記録媒体に書き込んで保存する機能を果たす装置であり、図示のとおり、保存処理用コンピュータ 100、ビーム露光装置 200、パターンニング装置 300 によって構成される。

【0034】

ここで、保存処理用コンピュータ 100 は、保存対象となるデジタルデータ D に基づいて、描画データ E を作成する処理を実行する。ビーム露光装置 200 は、この描画データ E に基づいて、情報記録媒体となる基板 S 上に、電子線またはレーザ光を用いたビーム露光を行う装置であり、このビーム露光によって、基板 S 上には描画用パターンが形成される。パターンニング装置 300 は、露光を受けた基板 S に対してパターンニング処理を行うことにより、描画データ E に応じた物理的構造パターンを形成し、情報記録媒体 M を作成する。結局、情報記録媒体 M には、デジタルデータ D に応じた情報が物理的構造パターンとして記録される。

20

【0035】

保存処理用コンピュータ 100 は、図示のとおり、データ入力部 110、単位データ生成部 120、単位ビット行列生成部 130、単位ビット図形パターン生成部 140、単位記録用図形パターン生成部 150、描画データ生成部 160 を有している。以下、これら各部の機能について順に説明を行う。もっとも、これら各部は、実際には、コンピュータに専用のプログラムを組み込むことにより実現される構成要素であり、保存処理用コンピュータ 100 は、汎用のコンピュータに専用のプログラムをインストールすることにより構成することができる。

30

【0036】

まず、データ入力部 110 は、保存対象となるデジタルデータ D を入力する機能をもった構成要素であり、入力したデジタルデータ D を一時的に格納する機能も備えている。保存対象となるデジタルデータ D は、文書データ、画像データ、音声データなど、どのような形態のものであってもかまわない。

40

【0037】

単位データ生成部 120 は、データ入力部 110 が入力したデジタルデータ D を、所定のビット長単位で分割することにより、複数の単位データを生成する構成要素である。ここでは、説明の便宜上、図 2 の上段に示すように、デジタルデータ D をビット長 u の単位で分割することにより、4 組の単位データが生成された場合を例にとって以下の説明を行うことにし、第 i 番目の単位データを符号 U_i で示す（この例では、 $i = 1 \sim 4$ ）。以下、本願において用いられる「単位」なる語句を冠した用語は、いずれも「1 つの単位データ」について作成されたものであることを示す。

【0038】

個々の単位データ U_i のビット長は、必ずしも等しくする必要はなく、互いに異なるビ

50

ット長をもった複数の単位データを生成してもかまわない。ただ、実用上は、後述するビット記録領域 $A b$ を同一形状同一面積の領域とするのが好ましく、そのためには、予め共通のビット長 u を定めておき、すべての単位データ U_i が同じビット長 u をもつデータになるようにするのが好ましい。

【0039】

共通のビット長 u は、任意の値に設定することができるが、実用上は、 m 行 n 列の単位ビット行列を構成することができるように、 $u = m \times n$ に設定し、単位データ生成部 120 が、デジタルデータを $(m \times n)$ ビットからなる単位データに分割するようにすればよい。ここでは説明の便宜上、 $m = n = 5$ に設定して、5 行 5 列の単位ビット行列を構成することができるように、 $u = 25$ ビットに設定した例を示す（実用上は、 u の値はより大きな値に設定するのが好ましい。）。図 2 に示す第 1 番目の単位データ U_1 は、このような設定に基づいて生成された単位データであり、25 ビットのデータから構成されている。

10

【0040】

単位データ生成部 120 は、たとえば、入力したデジタルデータ D を先頭から u ビットずつに区切って分割してゆき、それぞれを単位データ $U_1, U_2, U_3, \dots$ とすればよい。この場合、デジタルデータ D 全体の長さがビット長 u の整数倍になっていないと、最後の単位データの長さがビット長 u に満たなくなる。そこで、すべての単位データの長さを共通のビット長 u に揃えたい場合には、デジタルデータ D の末尾にダミービットを追加して、全体の長さがビット長 u の整数倍になるように調整すればよい。

20

【0041】

なお、デジタルデータ D の分割方法は、必ずしも先頭から所定のビット長 u ごとに区切ってゆく方法に限定されるものではなく、たとえば、4 分割する場合、第 1, 5, 9, ... 番目のビットを抽出したものを第 1 の単位データ U_1 とし、第 2, 6, 10, ... 番目のビットを抽出したものを第 2 の単位データ U_2 とし、第 3, 7, 11, ... 番目のビットを抽出したものを第 3 の単位データ U_3 とし、第 4, 8, 12, ... 番目のビットを抽出したものを第 4 の単位データ U_4 とする、というような分割方法を採用することも可能である。

【0042】

単位データ生成部 120 によって生成された個々の単位データ U_i は、単位ビット行列生成部 130 に与えられる。単位ビット行列生成部 130 は、個々の単位データ U_i を構成するデータビットを m 行 n 列の二次元行列状に配置することにより、単位ビット行列 $B(U_i)$ を生成する処理を行う。

30

【0043】

図 2 には、第 1 番目の単位データ U_1 を構成する 25 ビットのデータを先頭から 5 ビットずつに区切って、「11101」、「10110」、「01001」、「11001」、「10110」なる 5 グループを形成し、個々のグループを 1 行に配置した 5 行 5 列の行列からなる単位ビット行列 $B(U_1)$ を生成した例が示されている。もちろん、単位データ U_2, U_3, U_4 についても同様の方法により、単位ビット行列 $B(U_2), B(U_3), B(U_4)$ が生成されることになる。

40

【0044】

こうして単位ビット行列生成部 130 で生成された個々の単位ビット行列 $B(U_i)$ は、単位ビット図形パターン生成部 140 に与えられる。単位ビット図形パターン生成部 140 は、個々の単位ビット行列 $B(U_i)$ を、二次元平面上の所定のビット記録領域内に配置された幾何学的なパターンに変換することにより、単位ビット図形パターン $P(U_i)$ を生成する処理を行う。

【0045】

図 2 の中段には、5 行 5 列の行列からなる単位ビット行列 $B(U_1)$ に基づいて作成された単位ビット図形パターン $P(U_1)$ の実例が示されている。この実例の場合、二次元平面上に正方形のビット記録領域 $A b$ (図に破線で示す領域) が定義され、その中に黒く

50

塗りつぶした小さな正方形のドット（以下、ビット図形と呼ぶ）を配置することにより、単位ビット図形パターンP（U1）が形成されている。

【0046】

ここで、個々のビット図形は、単位ビット行列B（U1）を構成するビット”1”に対応している。別言すれば、ビット記録領域Ab内には、単位ビット行列B（U1）に対応して5行5列の行列が定義され、単位ビット行列B（U1）内のビット”1”に対応する位置にのみビット図形が配置され、ビット”0”に対応する位置には何も配されていない。したがって、この単位ビット図形パターンP（U1）は、5行5列の行列を構成する各位置におけるビット図形の有無によって、単位ビット行列B（U1）を構成する25ビットの情報を表現していることになる。

10

【0047】

もちろん、個々のビット図形を、単位ビット行列B（U1）を構成するビット”0”に対応させて配置するようにしてもかまわない。この場合は、単位ビット行列B（U1）内のビット”0”に対応する位置にのみビット図形が配置され、ビット”1”に対応する位置には何も配置されないことになる。要するに、単位ビット図形パターン生成部140は、単位ビット行列B（U1）を構成する個々のビット”1”および個々のビット”0”のうちのいずれか一方を、閉領域からなる個々のビット図形に変換する処理を行えばよい。なお、個々のビット図形を示すデータの形式は、任意の形式でかまわない。たとえば、1つのビット図形を矩形によって構成する場合であれば、単位ビット図形パターンP（U1）を示すデータとして、個々のビット図形の4頂点の座標値（対角2頂点の座標値でもよい）を示すデータを用いることもできるし、個々のビット図形の中心点（左下隅点等でもよい）の座標値を示すデータと共通の矩形形状を有するビット図形の縦横の辺の長さを示すデータとを用いることもできる。あるいは、円形のビット図形を採用する場合であれば、個々のビット図形の中心点の座標値を示すデータと共通の半径値を示すデータとを用いることもできる。

20

【0048】

もちろん、単位データU2、U3、U4について生成された単位ビット行列B（U2）、B（U3）、B（U4）も、同様の方法で幾何学的なパターンに変換され、単位ビット図形パターンP（U2）、P（U3）、P（U4）が生成される。こうして生成された各単位ビット図形パターンP（U1）～P（U4）を何らかの方法で媒体上に形成すれば、デジタルデータDの情報を媒体に記録することができる。ただ、本発明では、後に行われる読出処理の便宜を考慮して、各単位ビット図形パターンP（U1）～P（U4）にそれぞれ位置合わせマークを付加することにする。

30

【0049】

単位記録用図形パターン生成部150は、この位置合わせマークの付加を行う構成要素であり、本願では、この位置合わせマークが付加された状態の単位ビット図形パターンP（Ui）を、単位記録用図形パターンR（Ui）と呼んでいる。結局、単位記録用図形パターン生成部150は、単位ビット図形パターン生成部140が生成した単位ビット図形パターンP（Ui）に位置合わせマークを付加し、単位記録用図形パターンR（Ui）を生成する処理を行うことになる。

40

【0050】

図2の中段には、単位ビット図形パターンP（U1）の外側4隅に十字状の位置合わせマークQを付加し、単位記録用図形パターンR（U1）を生成した例が示されている。ここでは、単位ビット図形パターンP（U1）が形成されたビット記録領域Ab（破線の正方形）と、その外側4隅に配置された位置合わせマークQとを包含する領域を、単位記録領域Au（一点鎖線の正方形）と呼ぶことにする。単位記録用図形パターンR（U1）は、この単位記録領域Au内に形成された図形パターンということになる。

【0051】

位置合わせマークQは、§3で述べる読出処理において、個々のビット記録領域Abを認識するために利用される。そのため、位置合わせマークQは、ビット記録領域Abに対

50

して特定の位置（図示の例では、ビット記録領域A bの外側4隅の位置）に配置される。図示の例では、十文字状の位置合わせマークQを用いた例が示されているが、個々のビットを表すビット図形（図示の例の場合、黒く塗りつぶした小さな正方形）と区別することができる図形であれば、どのような形状の図形を用いてもかまわない。

【0052】

また、図示の例では、ビット記録領域A bの外側に位置合わせマークQを配置しているが、ビット記録領域A bの内側に位置合わせマークQを配置することも可能である。ただ、ビット記録領域A bの内側に配置する場合は、個々のビットを表すビット図形と干渉するおそれがあるため、実用上は、図示の例のように、ビット記録領域A bの外側に位置合わせマークQを配置するのが好ましい。この位置合わせマークQの形状や配置のバリエーションについては、§4で改めて述べることにする。

10

【0053】

こうして、単位記録用図形パターン生成部150が、4組の単位記録用図形パターンR(U1)~R(U4)を生成したら、描画データ生成部160が、これらを描画するための描画データEを生成する処理を行う。具体的には、描画データ生成部160は、図2の下段に示されているように、4組の単位記録領域R(U1)~R(U4)を二次元行列状に配置することにより（この例の場合は2行2列）、4組の単位記録用図形パターンR(U1)~R(U4)をすべて含んだ描画用パターンP(E)を生成し、当該描画用パターンP(E)を描画するための描画データEを生成する処理を行う。

【0054】

20

以上、図1に示す保存処理用コンピュータ100の個々の構成要素の処理機能を述べた。こうして生成された描画データEは、ビーム露光装置200に与えられる。ビーム露光装置200は、描画データEに基づいて、露光対象基板S上にビーム露光を行う装置であり、種々の電子デバイスの製造プロセスに利用される半導体フォトリソグラフィ用の電子線描画装置やレーザー描画装置を利用して構成することができる。ビーム露光装置200として電子線描画装置を用いた場合は、露光対象基板Sの表面上に電子線によって描画用パターンP(E)が描かれ、ビーム露光装置200としてレーザー描画装置を用いた場合は、露光対象基板Sの表面上にレーザービームによって描画用パターンP(E)が描かれる。

【0055】

なお、図2には、説明の便宜上、ビット記録領域A bの輪郭線を破線で示し、単位記録領域A uの輪郭線を一点鎖線で示してあるが、これらの線は、描画用パターンP(E)の構成要素ではない。実際に露光対象基板S上に描かれる図形パターンは、個々のビットを表すビット図形（図示の例の場合、黒く塗りつぶした小さな正方形）と十文字状の位置合わせマークQである。

30

【0056】

このように、描画データEは、ビーム露光装置200に与えて、露光対象基板S上に描画用パターンP(E)を描画させるために用いられるデータであるため、そのデータフォーマットは、用いるビーム露光装置200に依存したものに必要がある。現在、一般的なLSI設計に用いられている電子線描画装置やレーザー描画装置を用いて任意の図形パターンを描画させる場合、当該図形パターンの輪郭線を示すベクトル形式の描画データが用いられている。したがって、実用上、描画データ生成部160は、個々のビット図形や位置合わせマークの輪郭線を示す描画データEを生成すればよい。

40

【0057】

図3は、図2に示す単位記録用図形パターンR(U1)の拡大図である。図2では、ビット"1"を示すビット図形として、黒く塗りつぶした小さな正方形の例を示したが、図3に示す例では、個々のビット図形Fは、正方形の輪郭線を示すベクトルデータとして表現される。同様に、4隅に配置された位置合わせマークQ1~Q4は、十文字状の輪郭線を示すベクトルデータとして表現される。ビーム露光装置200は、個々のビット図形Fや位置合わせマークQ1~Q4の輪郭線を示す描画データEに基づいて、当該輪郭線の内側部分に対してビーム露光を行う処理を行う。したがって、露光対象基板S上には、図2

50

に示すように、黒く塗りつぶされた正方形や十文字状の図形パターンが形成されることになる。

【0058】

図3には、等間隔で配置された横方向格子線X1～X7と、等間隔で配置された縦方向格子線Y1～Y7とが描かれている。これらの各格子線は、個々のビット図形Fや位置合わせマークQ1～Q4の配置位置を決定する役割を果たす。すなわち、横方向格子線X1～X7と縦方向格子線Y1～Y7との各交点を格子点Lと呼ぶことにすると、個々のビット図形Fや位置合わせマークQ1～Q4は、その中心がいずれかの格子点Lの位置にくるように配置されている。

【0059】

たとえば、位置合わせマークQ1は、格子線X1，Y1が交わる格子点上に配置され、位置合わせマークQ2は、格子線X1，Y7が交わる格子点上に配置され、位置合わせマークQ3は、格子線X7，Y1が交わる格子点上に配置され、位置合わせマークQ4は、格子線X7，Y7が交わる格子点上に配置されている。

【0060】

また、5本の横方向格子線X2～X6と5本の縦方向格子線Y2～Y6とがそれぞれ交わる25個の格子点は、図2の中段に示す5行5列の単位ビット行列B(U1)に対応し、この単位ビット行列B(U1)におけるビット"1"に対応する格子点位置に、ビット図形Fが配置されている(前述したとおり、ビット"0"に対応する格子点位置に、ビット図形Fを配置してもかまわない)。

【0061】

一般論として説明すれば、単位ビット図形パターン生成部140は、m行n列からなる単位ビット行列B(Ui)を構成する個々のビットを、m行n列の行列状に配置された格子点Lに対応づけ、ビット"1"またはビット"0"に対応する格子点L上に所定形状のビット図形Fを配置することにより単位ビット図形パターンP(Ui)を生成する処理を行えばよい。

【0062】

もちろん、実際の描画データEに含まれる図形、すなわち、描画用パターンP(E)に含まれる図形は、個々のビット図形Fと個々の位置合わせマークQ1～Q4のみであり、図示されている各格子線X1～X7，Y1～Y7、ビット記録領域Abの輪郭線(破線)、単位記録領域Auの輪郭線(一点鎖線)は、実際には描画されない。

【0063】

なお、描画データEには、露光対象基板S上に描画される描画用パターンP(E)の実寸を示す情報も含まれることになるが、この実寸は、用いるビーム露光装置200の描画精度を考慮して設定すればよい。

【0064】

現在、一般的なLSI設計に用いられている高精度の電子線描画装置を用いたパターンニング処理では、基板S上に40nm程度のサイズをもった図形を安定的に形成することができる。したがって、このような電子線描画装置をビーム露光装置200として用いれば、図示の格子線間隔(格子点Lのピッチ)を100nm程度に設定することが可能になり、一辺が50nm程度のビット図形Fを形成することが十分に可能である。このように微細な図形パターンを描画する場合、実際には、ビット図形Fは正確な正方形にはならず、位置合わせマークQ1～Q4は正確な十文字にはならないが、実用上の支障は生じない。

【0065】

そもそもビット図形Fは、格子点Lの位置に図形が有るか無いかの二値状態を判定する役割を果たせば足りるので、その形状は矩形でも、円でも、任意形状でもかまわない。また、位置合わせマークQ1～Q4は、ビット記録領域Abの位置を示す役割を果たせば足りるので、その形状は、ビット図形Fと区別可能であれば、どのような形状であってもかまわない。したがって、40nm程度のサイズをもった図形を安定的に形成可能な性能をもった電子線描画装置を利用すれば、上述したように、縦横100nm程度のピッチでビ

10

20

30

40

50

ット図形Fを配置することが可能であり、高い集積度をもった情報記録が可能になる。

【0066】

一方、レーザ描画装置をビーム露光装置200として用いる場合、レーザビームのスポット径は使用するレーザ光の波長に依存し、その最小値は波長と同程度になる。たとえば、ArFエキシマレーザを用いた場合、スポット径は200nm程度であるため、電子線描画装置を利用した場合に比べれば、情報記録の集積度は若干低下するが、それでも、一般的な光学的記録媒体と同程度の集積度をもった情報記録が可能である。

【0067】

図3に示す例の場合、単位ビット図形パターンP(U1)は、矩形状(正形状)のビット記録領域Ab内に配置されたパターンになっており、これに位置合わせマークQ1～Q4を付加することにより構成される単位記録用図形パターンR(U1)も、矩形状(正形状)の単位記録領域Au内に配置されたパターンになっている。本発明を実施するにあたって、ビット記録領域Abや単位記録領域Auは、必ずしも矩形状の領域にする必要はないが、図2の下段に示すように、複数の単位記録用図形パターンR(U1)～R(U4)を並べて描画用パターンP(E)を生成することを考慮すると、ビット記録領域Abおよび単位記録領域Auを、いずれも矩形状の領域にしておくのが効率的である。

【0068】

したがって、実用上は、単位ビット図形パターン生成部140が、矩形状のビット記録領域Ab内に配置された単位ビット図形パターンP(Ui)を生成し、単位記録用図形パターン生成部150が、この矩形状のビット記録領域Abの外部に位置合わせマークQ1～Q4を付加することにより、ビット記録領域Abおよび位置合わせマークQ1～Q4を包含する矩形状の単位記録領域Au内に配置された単位記録用図形パターンR(Ui)を生成するようにするのが好ましい。そうすれば、描画データ生成部160は、これら矩形状の単位記録領域Auを二次元行列状に配置することにより、複数の単位記録用図形パターンR(U1)～R(U4)を含んだ描画用パターンP(E)を生成し、当該描画用パターンP(E)を描画するための描画データEを生成することができる。

【0069】

単位記録領域Auのサイズは、任意に設定してかまわない。たとえば、図3に示す例の場合、一辺が50μmの正方形からなる単位記録領域Auを定義し、縦横100nm程度のピッチでビット図形Fを配置するようにすれば、1つの単位記録領域Au内に約30KBの情報を記録することができる。そこで、たとえば、一辺が150mm程度の正形状の基板を情報記録媒体として用い、この基板上に、一辺が50μmの正方形からなる単位記録領域Auを二次元行列上に配置すれば、当該情報記録媒体1枚に270GBものデータを記録することができる。

【0070】

<<< §2. 媒体上における物理的構造パターンの形成 >>>

ここでは、図1に示すビーム露光装置200による露光プロセスと、パターンニング装置300によるパターンニングプロセスとを、より詳細に説明する。§1で述べたとおり、ビーム露光装置200は、描画データEに基づいて、情報記録媒体となる基板S上に、電子線またはレーザ光を用いたビーム露光を行う装置であり、パターンニング装置300は、露光を受けた基板Sに対してパターンニング処理を行うことにより、描画データEに応じた物理的構造パターン(描画用パターンP(E))が形成された情報記録媒体を生成する装置である。

【0071】

これらの装置は、実際には、LSIの製造プロセスで利用されている半導体リソグラフィ用の装置をそのまま転用することができる。別言すれば、ビーム露光装置200によるビーム露光プロセスや、パターンニング装置300によるパターンニングプロセスは、従来の一般的なLSIの製造プロセスをそのまま利用して実施することが可能である。ただ、LSIを製造する場合に用いる描画データは、たとえば、チャンネル領域、ゲート領域、ソース領域、ドレイン領域、配線領域など、半導体素子の各領域を構成するための図形パター

ンを示すデータであるのに対して、本発明で用いられる描画データEは、データビット”1”もしくは”0”を示すビット図形Fと、読み出し時に用いる位置合わせマークQを構成するための図形パターンを示すデータということになる。

【0072】

図4は、図1に示すビーム露光装置200による露光工程およびパターニング装置300によるパターニング工程の具体例を示す側断面図である（切断面のみを示し、奥の構造の図示は省略する）。まず、図4(a)に示すような露光対象基板Sを用意する。この例の場合、露光対象基板Sは、被成形層10とレジスト層20によって構成されている。なお、ここでは一層からなるレジスト層20を用いた例を示すが、後述するパターニング工程において必要となる場合には、二層以上からなるレジスト層を用いるようにしてもかまわ

10

【0073】

ここで、被成形層10は、パターニング工程において成形対象となる層であり、最終的には、デジタルデータが記録された情報記録媒体Mとなる部分である。既に述べたとおり、本発明の目的は、長期的な耐久性を維持する情報記録を可能とする点にあるので、被成形層10には、このような目的達成に適した材料からなる基板を利用すればよい。具体的には、透明な材料としては、ガラス基板、特に石英ガラス基板を被成形層10として用いるのが最適である。もちろん、シリコン基板のような不透明な材料を被成形層10として用いることも可能である。石英ガラス基板やシリコン基板といった無機材料は、物理的な

20

【0074】

一方、レジスト層20としては、被成形層10に対するパターニングを行うのに適した材料を用いればよい。すなわち、電子線もしくはレーザビームの露光によって組成が変化し、かつ、被成形層10に対するエッチング工程において保護膜として機能する性質を有する材料を用いればよい。もちろん、現像時に露光部が溶解する性質をもったポジ型レジストを用いてもよいし、現像時に非露光部が溶解する性質をもったネガ型レジストを用いてもよい。

【0075】

なお、露光対象基板Sの形状や大きさは任意でかまわない。現在、フォトマスクとして一般に用いられている石英ガラス基板は、 $152 \times 152 \times 6.35 \text{ mm}$ といった標準規格の矩形状の基板が用いられることが多い。また、シリコン基板としては、直径6インチ、8インチ、12インチなどの規格に応じた厚み1mm程度の円盤状ウエハが用いられることが多い。露光対象基板Sとしては、これらの標準的な基板を被成形層10として、その上面にレジスト層20を形成したものをを用いればよい。

30

【0076】

以下、説明の便宜上、被成形層10として石英ガラス基板を用い、レジスト層20としてポジ型レジストを用いた実施例を述べることにする。したがって、図4(a)に示す露光対象基板Sは、石英ガラス基板10上にポジ型レジスト層20を形成した基板ということ

40

【0077】

結局、図1に示すビーム露光装置200は、被成形層10とこれを覆うレジスト層20とを有する露光対象基板Sに対して、レジスト層20の表面にビーム露光を行うことになる。図4(b)は、ビーム露光装置200による露光プロセスを示している。§1で述べたとおり、ビーム露光装置200による露光は、ビット図形Fの内部および位置合わせマークQの内部に対してのみ行われる。したがって、レジスト層20は、露光プロセスを経ることにより、露光部21と非露光部22とに分けられる。ここで、非露光部22の化学的組成は元のままであるが、露光部21の化学的組成は変化する。

【0078】

50

パターンニング装置 300 は、このような露光プロセスが完了した後の基板 S に対してパターンニングを行う装置であり、図 1 に示すとおり、現像処理部 310 とエッチング処理部 320 とを有している。

【0079】

現像処理部 310 は、レジスト層の露光部 21（ポジ型レジストを用いた場合）または非露光部 22（ネガ型レジストを用いた場合）を溶解する性質をもった現像液に、露光後の基板 S を含浸させてその一部を残存部とする現像処理を行う。図 4(c) は、図 4(b) に示す基板 S に対して、このような現像処理を施した状態を示している。ここに示す実施例では、ポジ型レジストが用いられているため、現像処理によって露光部 21 が現像液に溶解し、非露光部 22 が残存部 23 として残ることになる。

10

【0080】

一方、エッチング処理部 320 は、現像後の基板 S に対してエッチング処理を行う。図 4(c) に示す実施例の場合、残存部 23 をマスクとして被成形層 10 に対するエッチング処理が行われることになる。具体的には、図 4(c) に示す基板 S を、被成形層 10 に対する腐食性が、レジスト層の残存部 23 に対する腐食性よりも強いエッチング液に含浸させればよい（もちろん、ドライエッチングなど、エッチング液に含浸させない方法を採用してもかまわない）。

【0081】

図 4(d) は、エッチング処理部 320 によるエッチング処理が行われた状態を示している。被成形層 10 の上面のうち、マスクとなる残存部 23 に覆われている部分は腐食を受けないが、露出している部分は腐食を受け、凹部が形成される。こうして、被成形層 10 は、上面に凹凸構造が形成された被成形層 11 に加工されることになる。エッチング処理部 320 は、この後、レジスト層の残存部 23 を剥離除去し、被成形層 11 を洗浄乾燥する処理機能を有している。

20

【0082】

このようなプロセスを経て、最終的に図 4(e) に示すような加工後の被成形層 11 が得られる。こうして得られた被成形層 11 が、本発明に係る情報保存装置によってデジタルデータが書き込まれた情報記録媒体 M に他ならない。図示のとおり、この情報記録媒体 M の上面には物理的な凹凸構造が形成されており、凹部 C と凸部 V とによって、ビット "1" およびビット "0" が表現されている。したがって、図に太い一点鎖線で示す位置（図 3 に示す格子点 L に対応する位置）について、媒体表面が凹部 C を構成しているか、凸部 V を構成しているかを検出することにより、ビット "1" およびビット "0" の読み出しが可能になる。

30

【0083】

もちろん、図示の例とは逆に、凹部 C をビット "0" とし、凸部 V をビット "1" とする記録方式を採ることも可能である。いずれをビット "0" とし、いずれをビット "1" とするかは、これまで述べてきたプロセスに応じて定まる事項である。たとえば、§ 1 で述べた例の場合、単位ビット図形パターン生成部 140 において、単位ビット行列のビット "1" に対応する格子点 L の位置にビット図形 F を配置しているが、逆に、ビット "0" に対応する格子点 L の位置にビット図形 F を配置するようにすれば、凹部と凸部のビット情報は逆転することになる。また、レジスト層 20 として、ポジ型レジストではなくネガ型レジストを用いた場合も、凹部と凸部の関係は逆転する。

40

【0084】

こうして作成された情報記録媒体 M は、長期的な耐久性をもち、高い集積度をもって情報記録が行われており、しかも普遍的な方法で情報を読み出せる、という特徴を有している。

【0085】

すなわち、被成形層 10 として、石英ガラス基板やシリコン基板のような材料を用いれば、従来の紙、フィルム、レコード盤などの情報記録媒体に比べて、経年変化による劣化や、水や熱の作用による損傷を受けにくく、古代の石盤などと同様に数百年といった半永

50

久的な時間的尺度での耐久性が得られる。もちろん、コンピュータ用のデータ記録媒体として一般に利用されている磁気記録媒体、光学式記録媒体、半導体記録媒体などと比較しても、格段に長い期間にわたって耐久性が得られる。したがって、本発明は、たとえば、半永久的に情報を記録しておくことが望ましい公文書などの情報保存に利用するのに最適である。

【0086】

また、§1で述べたとおり、ビーム露光装置200は、電子線またはレーザー光によって、微細な露光を行うことが可能なため、きわめて高い集積度をもって情報記録を行うことが可能である。たとえば、高精細な電子線描画装置を用いれば、ビット図形Fを100nm程度のピッチで書き込むことが可能であり、上述した標準的なサイズのフォトマスクやシリコン基板に、100GB～1TB程度の容量をもった情報を保存することが可能になる。

10

【0087】

更に、本発明に係る情報記録媒体では、ビットの二値情報が、凹凸等の物理的構造として直接記録されるため、普遍的な方法で情報を読み出せるという特徴をもっている。すなわち、前掲の特許文献1および2には、円柱上の石英ガラスを媒体として、その内部に三次元的に情報を記録する技術が開示されているが、媒体内に三次元的に記録された情報を読み出すためには、コンピュータトモグラフィ等を利用した専用の読出装置が必要になり、フーリエ変換処理などの特殊な演算処理が必要になる。したがって、たとえば、数百年後に円柱状の記録媒体が無傷のまま残っていたとしても、専用の読出装置の技術が継承されていなければ、情報を読み出すことはできない。

20

【0088】

これに対して、本発明に係る情報保存装置で作成された情報記録媒体には、ビットの二値情報が物理的構造として直接記録されているので、記録面を何らかの方法で拡大して画像として認識することができれば、少なくともビットの情報自体は読み出すことが可能である。別言すれば、本発明に係る情報記録媒体それ自体は三次元の構造体であるが、ビット情報の記録はあくまでも二次元的に行われているため、本発明に係る情報記録媒体が、仮に、数百年後あるいは数千年後に発掘された場合でも、普遍的な方法によってビット情報を読み出すことが可能になる。

【0089】

以上、本発明に係る情報保存装置によって、石英ガラス基板やシリコン基板の表面に、ビット"1"およびビット"0"のいずれか一方を示す凹部と他方を示す凸部とからなる凹凸構造を有する物理的構造パターンを形成する例を述べた。ただ、本発明を実施するにあたって、ビット情報を示す物理的構造は、必ずしも凹凸構造に限定されるものではない。そこで、図5の側断面図（切断面のみを示し、奥の構造の図示は省略する）を参照しながら、媒体上に物理的構造を形成する手法のバリエーションをいくつか述べておく、

30

【0090】

図5(a)は、パターニング装置300によって、ビット"1"およびビット"0"のいずれか一方を示す貫通孔Hと他方を示す非孔部Nとからなる網状構造を有する物理的構造パターンを形成した例を示す側断面図である。図示の網状構造体12では、太い一点鎖線で示す位置が図3に示す格子点Lに対応する位置であり、当該位置が貫通孔Hになっているか、非孔部N（貫通孔が形成されていない部分）になっているか、によって、図示のとおりビット"1"およびビット"0"が表現されている。

40

【0091】

このように、図5(a)に示す情報記録媒体の場合、凹凸構造ではなく、貫通孔の有無によってビットが表現されているため、媒体自体は網状構造体を構成することになるが、格子点Lの位置にビット情報を記録するという根本原理は、図4(e)に示す基本的な実施例と全く同様である。もちろん、貫通孔Hによりビット"0"を表現し、非孔部Nによりビット"1"を表現してもかまわない。図5(a)に示す網状構造体12を情報記録媒体Mとする場合は、エッチング処理部320によるエッチング工程（図4(d)）において、被成

50

形層 10 の下面に達するまでエッチング処理を続けて貫通孔 H を形成すればよい。

【0092】

一方、図 5 (b) ～(d) は、図 4 (e) に示す情報記録媒体 M の凹部 C もしくは凸部 V またはその双方の表面に付加層を形成した変形例を示す側断面図である。図 5 (b) に示す変形例の場合、凹部 C と凸部 V の双方の表面に付加層 31 が形成されており、図 5 (c) に示す変形例の場合、凸部 V の表面にのみ付加層 32 が形成されており、図 5 (d) に示す変形例の場合、凹部 C の表面にのみ付加層 33 が形成されている。

【0093】

付加層 31, 32, 33 としては、光反射性の材料（たとえば、アルミニウム、ニッケル、チタン、銀、クロム、シリコン、モリブデン、白金などの金属、これらの金属の合金、酸化物、窒化物など）もしくは光吸収性の材料（たとえば、金属の酸化物や窒化物といった化合物からなる材料、クロムを例にとれば、酸化クロムや窒化クロムなど）を用いることができる。光反射性の材料からなる付加層を形成しておけば、読み出し時に反射光の振る舞いの相違に基づいて凹部 C と凸部 V とを区別することができ、光吸収性の材料からなる付加層を形成しておけば、読み出し時に光の吸収態様の相違に基づいて凹部 C と凸部 V とを区別することができる。したがって、このような付加層を形成すれば、情報の読み出しをより容易にする効果が得られる。

【0094】

また、付加層のように明快な境界面を有する別層を形成する代わりに、凹部 C や凸部 V の表面に不純物をドーピングすることにより同様の効果を得ることもできる。たとえば、凹凸構造を有する情報記録媒体を石英によって構成し、その表面に、硼素、燐、ルビジウム、セレン、銅などをドーピングし、表面部分の不純物濃度を異ならせれば、付加層を設けた場合と同様に、表面部分に光反射性もしくは光吸収性をもたせることができ、情報の読み出しをより容易にする効果が得られる。具体的には、上例の不純物の場合、濃度が約 100 ppm 以上になると紫外線に対する吸収効果が得られ、約 1000 ppm 以上になると反射率が上昇する効果が得られる。

【0095】

特に、図 5 (c) に示す例のように、凸部 V にのみ光反射性もしくは光吸収性の材料からなる付加層 32 を形成するようにすれば、読み出し時には、凹部 C から得られる反射光もしくは散乱光と、凸部 V から得られる反射光もしくは散乱光との差が顕著になるため、ビット "1" とビット "0" とを容易に識別可能になる。同様に、図 5 (d) に示す例のように、凹部 C にのみ光反射性もしくは光吸収性の材料からなる付加層 33 を形成するにしても、読み出し時には、凹部 C から得られる反射光もしくは散乱光と、凸部 V から得られる反射光もしくは散乱光との差が顕著になるため、ビットの識別が容易になる。

【0096】

図 5 (b) に示す例のように、凹部 C と凸部 V の双方の表面に付加層 31 を形成するには、エッチング処理により図 4 (e) に示す情報記録媒体 M を得た後、更に、記録媒体の上面全面に付加層 31 を堆積させる処理を行えばよい。また、図 5 (c) に示す例のように、凸部 V の表面のみに付加層 32 が形成された構造を得るには、図 4 (a) に示す露光対象基板 S の代わりに、被成形層 10 とレジスト層 20 との間に付加層が挟まれた構造を有する基板を用いればよい。そして、図 5 (d) に示す例のように、凹部 C の表面のみに付加層 33 が形成された構造を得るには、図 4 (d) に示すエッチングプロセスが完了した時点で、レジスト層の残存部 23 をそのまま残した状態にして、上面全面に付加層を堆積させる処理を行い、その後、残存部 23 を剥離除去すればよい。

【0097】

一方、図 5 (e) に示す変形例は、支持層 40 の上面に形成された被成形層 51 自身を、光反射性もしくは光吸収性の材料によって構成したものである。たとえば、支持層 40 を石英ガラス基板によって構成し、その上面にアルミニウムからなる付加層を形成し、更にその上面にレジスト層を形成して、図 4 に例示したプロセスに準じたプロセスを行えば、図 5 (e) に示すような構造体を得ることができる。この場合、エッチングプロセスは、ア

ルミニウムに対して腐食性を有する腐食液を用いればよい。この構造体では、凹部Cの表面は石英ガラス、凸部Vの表面はアルミニウムによって形成されているため、やはり読み出し時にビットの識別が容易になるという効果が得られる。

【0098】

なお、実用上、図5(a)に示す変形例を採用する場合は、網状構造体12を不透明な材料によって構成するのが好ましい。そうすれば、貫通孔Hの部分は光を透過する部分となり、非孔部Nの部分は光を透過させない部分となるので、後述する読み出し時に顕著な差を認識することができ、ビットの識別が容易になる。

【0099】

一方、図5(c)～(e)に示す変形例を採用する場合は、被成形層11もしくは支持層40を透明な材料によって構成し、付加層32, 33, 51を不透明な材料によって構成するのが好ましい。そうすれば、付加層が形成されていない部分は光を透過する部分となり、付加層が形成されている部分は光を透過させない部分となるので、後述する読み出し時に、光の透過率に関して顕著な差を認識することができ、ビットの識別が容易になる。

【0100】

<<< §3. 本発明に係る情報読出装置の基本的実施形態 >>>

§1および§2では、情報記録媒体へ情報を保存するための情報保存装置の構成と動作を説明した。ここでは、こうして記録された情報を読み出すために用いられる情報読出装置の構成と動作を説明する。

【0101】

図6は、本発明に係る情報読出装置の基本的実施形態の構成を示すブロック図である。この実施形態に係る情報読出装置は、図1に示す情報保存装置を用いて情報記録媒体Mに保存されたデジタルデータを読み出す機能を果たす装置であり、図示のとおり、画像撮影装置400と読出処理用コンピュータ500によって構成される。

【0102】

ここで、画像撮影装置400は、情報記録媒体Mの記録面の一部をなす撮影対象領域を拡大して撮影し、得られた撮影画像を画像データとして取り込む構成要素であり、図示のとおり、撮像素子410、拡大光学系420、走査機構430を有している。

【0103】

撮像素子410は、たとえば、CCDカメラによって構成することができ、所定の撮影対象領域内の画像をデジタル画像データとして取り込む機能を有している。拡大光学系420は、レンズなどの光学素子から構成され、情報記録媒体Mの記録面的一部分を構成する所定の撮影対象領域を拡大し、撮像素子410の撮像面に当該拡大画像を形成する役割を果たす。そして、走査機構430は、撮影対象領域が、情報記録媒体Mの記録面上を順次移動するように、撮像素子410や拡大光学系420に対して走査処理（位置や角度の変更）を行う役割を果たす。

【0104】

図5には、情報記録媒体Mのバリエーションを示したが、図5(a)に示す網状構造体12からなる情報記録媒体Mであれば、材料の透明／不透明を問わず、上下いずれの面についても情報の読み出しが可能であり、上下いずれの面も記録面を構成することになる。これに対して、図4(e)および図5(b)～(e)に示すように、上面に凹凸構造が形成された情報記録媒体Mの場合、上面が記録面ということになる。したがって、被成形層11もしくは支持層40が透明な材料によって構成されている場合は、上方および下方のいずれの側から撮影しても情報の読み出しが可能であるが、これらが不透明な材料によって構成されている場合は、必ず上方から撮影する必要がある。

【0105】

読出処理用コンピュータ500は、図示のとおり、撮影画像格納部510、ビット記録領域認識部520、単位ビット行列認識部530、走査制御部540、データ復元部550を有している。以下、これら各部の機能について順に説明を行う。もっとも、これら各部は、実際には、コンピュータに専用のプログラムを組み込むことにより実現される構成

要素であり、読出処理用コンピュータ500は、汎用のコンピュータに専用のプログラムをインストールすることにより構成することができる。

【0106】

まず、撮影画像格納部510は、画像撮影装置400によって撮影された撮影画像を格納する構成要素である。すなわち、撮像素子410によって撮影された所定の撮影対象領域内の画像をデジタル画像データとして格納する機能を有する。上述したとおり、画像撮影装置400には、走査機構430が設けられており、撮影対象領域は、情報記録媒体Mの記録面上を順次移動することになり、その都度、撮像素子410によって新たな撮影画像が取得される。撮影画像格納部510は、こうして撮像素子410から順次与えられる画像データをそれぞれ格納する機能を果たす。

10

【0107】

一方、ビット記録領域認識部520は、撮影画像格納部510に格納されている撮影画像から、個々のビット記録領域Abを認識する処理を行う。本発明では、図2を参照して説明したとおり、保存対象となるデジタルデータDは複数の単位データU1, U2, U3, ... に分割され、それぞれ単位ビット図形パターンP(U1), P(U2), P(U3), ... として個々のビット記録領域Ab内に記録される。したがって、読出処理時にも、まず、個々のビット記録領域Abを認識した上で、その中に記録されている個々の単位ビット図形パターンP(Ui)に基づいて、単位データUiを構成する各ビットを読み出すことになる。

【0108】

20

§2で述べたとおり、情報記録媒体Mの記録面上には、凹凸構造や貫通孔の有無などの物理的構造パターンとして、位置合わせマークQやビット図形Fが記録されている。このため、撮影画像上には、明暗分布として、これら位置合わせマークQやビット図形Fもしくはその輪郭が表現されていることになり、既存のパターン認識技術を利用することにより、撮影画像上で位置合わせマークQやビット図形Fを認識することが可能である。

【0109】

まず、個々のビット記録領域Abの認識は、位置合わせマークQを検出することにより行われる。位置合わせマークQには、ビット図形Fとは異なる図形が用いられているため、ビット記録領域認識部520は、撮影画像格納部510に格納されている撮影画像内を検索することにより、位置合わせマークQを検出できる。たとえば、図2の下段に示す例の場合、ビット図形Fが正方形であるのに対して、位置合わせマークQは十文字状であるので、既存のパターン認識技術を利用することにより、撮影画像上で位置合わせマークQを認識し、その位置を決定することができる。

30

【0110】

位置合わせマークQは、ビット記録領域Abに対して特定の位置に配置されているので、撮影画像上で位置合わせマークQを認識することができれば、ビット記録領域Abの位置を特定することができる。たとえば、撮影画像内に、図3に示すような単位記録用図形パターンR(U1)が含まれていた場合、4組の位置合わせマークQ1~Q4を認識することができれば、これら4組の位置合わせマークQ1~Q4を4隅近傍にもつ正方形のビット記録領域Abを認識することができる。

40

【0111】

画像撮影装置400が、少なくとも1つの単位記録領域Auを包含可能なサイズの撮影対象領域を撮影する機能を有していれば、撮影画像内を検索することにより、図3に示すような4組の位置合わせマークQ1~Q4を認識することができ、更に、ビット記録領域Abを認識することができる。

【0112】

もちろん、撮影対象領域が、互いに隣接する単位記録領域Auに股がった位置に設定されていると、同一のビット記録領域Abの位置を示す4組の位置合わせマークQ1~Q4を正しく認識できない。この場合、ビット記録領域認識部520は、認識された位置合わせマークの相互関係に基づいて、撮影対象領域の位置ずれを把握することができるので、

50

走査制御部 540 に対して当該位置ずれを報告する処理を行う。

【0113】

走査制御部 540 は、このような位置ずれの報告を受けた場合、画像撮影装置 400 に対して当該位置ずれを調整する制御を行う。具体的には、撮影対象領域を所定の補正方向に所定の補正量だけ移動させるよう、走査機構 430 に対して指示を与える。このような調整を行えば、図 3 に示すように、4 隅の適切な場所に、位置合わせマーク Q1～Q4 が配置された正しい撮影画像を得ることができ、ビット記録領域 Ab に対して正しい読出処理を行うことができるようになる。このように、走査制御部 540 の第 1 の役割は、撮影対象領域が単位記録領域 Au に対して位置ずれを生じていた場合に、この位置ずれを補正するための調整処理である。

10

【0114】

走査制御部 540 の第 2 の役割は、1 つの単位記録領域 Au を撮影対象領域とする撮影が終了した後、次の単位記録領域 Au を新たな撮影対象領域として設定する走査処理である。たとえば、図 2 の下段に示す例の場合、単位記録用図形パターン R (U1) が記録されている単位記録領域 Au (U1) についての撮影が完了したら、続いて、単位記録用図形パターン R (U2) が記録されている単位記録領域 Au (U2) についての撮影を行う必要があり、その後、更に、単位記録用図形パターン R (U3) が記録されている単位記録領域 Au (U3)、単位記録用図形パターン R (U4) が記録されている単位記録領域 Au (U4) と、順次、撮影対象領域を移動させてゆく必要がある。

20

【0115】

結局、走査制御部 540 は、読出対象となるすべてのビット記録領域についての撮影画像が得られるように、画像撮影装置 400 による撮影対象領域を変更する制御を行う構成要素とすることができる。当該制御は、ビット記録領域認識部 520 による位置合わせマーク Q の検出結果に基づくフィードバック制御によって行うことができ、位置ずれが生じた場合にも、上述したような微調整が可能である。

【0116】

さて、ビット記録領域認識部 520 が、撮影画像から第 i 番目のビット記録領域 Ab (i) を認識したら、この第 i 番目のビット記録領域 Ab (i) の情報は単位ビット行列認識部 530 へ与えられる。単位ビット行列認識部 530 は、このビット記録領域 Ab (i) 内のパターンに基づいて、単位ビット行列を認識する処理を行う。たとえば、図 3 に示す例の場合、ビット記録領域 Ab 内に記録されている単位ビット図形パターン P (U1) に基づいて、図 2 の中段に示すような 5 行 5 列からなる単位ビット行列 B (U1) を認識することができる。

30

【0117】

図 3 に示す例の場合、§ 1 で述べたとおり、等間隔で配置された横方向格子線 X1～X7 と、等間隔で配置された縦方向格子線 Y1～Y7 とが定義され、これらの各交点として格子点 L が定義され、個々のビット図形 F や位置合わせマーク Q1～Q4 は、その中心がいずれかの格子点 L の位置にくるように配置されている。したがって、単位ビット行列認識部 530 による単位ビット行列 B (U1) の認識処理は、次のような手順によって行うことが可能である。

40

【0118】

まず、ビット記録領域認識部 520 によって認識された 4 組の位置合わせマーク Q1～Q4 の中心点位置に基づいて、横方向格子線 X1, X7 と縦方向格子線 Y1, Y7 とを認識する。続いて、横方向格子線 X1, X7 の間を等分するように、横方向格子線 X2～X6 を定義し、縦方向格子線 Y1, Y7 の間を等分するように、縦方向格子線 Y2～Y6 を定義する。そして、横方向格子線 X2～X6 と縦方向格子線 Y2～Y6 とがそれぞれ交わる 25 個の格子点位置を決定し、これら各格子点位置に、ビット図形 F が存在するか否かを判定する処理を行えばよい。上述したように、ビット図形 F は、撮影画像上の明暗分布に基づいて認識することができるので、ビット図形 F が存在する格子点位置にはビット "1" を対応づけ、存在しない格子点位置にはビット "0" を対応づければ、図 2 の中段に

50

示す5行5列の単位ビット行列B (U 1) を得ることができる。

【0 1 1 9】

単位ビット行列認識部530は、こうして第i番目のビット記録領域Ab (i) 内に記録されている第i番目の単位ビット図形パターンP (U i) に基づいて、第i番目の単位ビット行列B (U i) を認識する処理を行い、その結果を、データ復元部550に与える。単位ビット行列認識部530は、ビット記録領域認識部520によって認識されたすべてのビット記録領域について、同様の方法で単位ビット行列の認識処理を繰り返し実行することになる。

【0 1 2 0】

データ復元部550は、こうして単位ビット行列認識部530が認識した個々の単位ビット行列B (U i) から単位データU iを生成し、個々の単位データU iを合成することにより、保存対象となったデジタルデータDを復元する処理を実行する。たとえば、図2に示す例の場合、4組の単位ビット行列B (U 1) ~ B (U 4) から4組の単位データU 1 ~ U 4を生成し、これらを連結することにより、元のデジタルデータDが復元されることになる。

【0 1 2 1】

以上、図6のブロック図を参照しながら、本発明に係る情報読出装置の基本的実施形態を説明したが、本発明に係る情報保存装置によって作成された情報記録媒体Mからの情報の読み出しは、必ずしもこのような情報読出装置を用いて行う必要はない。たとえば、光学式測定器、走査型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡などを用いて情報を読み出すことも可能である。

【0 1 2 2】

本発明に係る情報保存装置で作成された情報記録媒体Mは、前述したとおり、ビットの二値情報が物理的構造として直接記録されているという普遍性を有しているため、記録面を何らかの方法で拡大してビット図形Fの有無を示す画像を取得することができれば、ビット情報を読み出すことができる。したがって、当該情報記録媒体Mが、数百年後あるいは数千年後に発掘された場合でも、その時代に、何らかの物理的構造認識手段が存在すれば、ビット情報を読み出すことが可能である。もちろん、地中に埋もれた状態で保管されていた場合には、記録面に異物が付着して汚染されている可能性があるが、これらの異物は洗浄により容易に除去することが可能であり、情報の読み出しに支障は生じない。

【0 1 2 3】

いずれの読出方法を採用しても、情報記録面に対して非接触状態で読み出しが可能になるため（原子間力顕微鏡を用いた場合でも、ノンコンタクトモードを用いれば、非接触状態での読み出しが可能である）、読出処理時に記録面が物理的損傷を受けることがなく、読出処理を繰り返し実行したとしても、情報記録面が摩耗するおそれはない。

【0 1 2 4】

また、図6に示す情報読出装置を図1に示す情報保存装置と組み合わせれば、情報記録媒体Mの一部の記録済領域から情報を読み出しつつ、当該記録済領域に隣接した未記録領域に新たな情報保存を行うことも可能になる。したがって、1枚の情報記録媒体に、順次、新たな情報記録を行う追記式の情報保存装置を実現することも可能になる。もちろん、情報保存装置と情報読出装置とを組み合わせた装置を用いれば、情報保存装置を用いて媒体上に情報を書き込む保存処理を行った後、情報読出装置を用いて保存された情報の検証を行うこともでき、必要に応じて、修正を施すこともできる。

【0 1 2 5】

<<< § 4. 位置合わせマークのバリエーション >>>

§ 3では、情報読出装置の基本的実施形態を説明した。そこで、ここでは、この情報読出時の便宜を考慮して、情報保存時に記録する位置合わせマークのバリエーションを述べておく。ビット図形Fが保存対象となる本来の情報を示す役割を果たすのに対して、位置合わせマークQは、情報読出時の位置決めに利用されるメタ情報ということになる。

【0 1 2 6】

これまで述べてきた実施形態では、単位記録用図形パターン生成部 150 が、たとえば図 3 に例示するように、矩形状のビット記録領域 A b の 4 隅の外側に、それぞれ十文字状の位置合わせマーク Q 1 ~ Q 4 を付加することにより、単位記録用図形パターンを生成する処理を行っている。これらの位置合わせマーク Q 1 ~ Q 4 は、図 6 に示す情報読出装置におけるビット記録領域認識部 520 が、ビット記録領域 A b を認識するための位置合わせに利用される。

【0127】

しかしながら、これら位置合わせマーク Q の形状、配置位置、数は、上述した実施形態に限定されるものではない。すなわち、位置合わせマーク Q の形状は、ビット図形 F と区別可能な形状であれば任意の形状でかまわない。また、配置する位置は、必ずしもビット記録領域 A b の 4 隅の外側に配置する必要はなく、たとえば、ビット記録領域 A b の 4 辺の中央位置に配置してもかまわない。更に、位置合わせマーク Q の数も、必ずしも 4 組である必要はない。

【0128】

図 7 は、本発明に用いる位置合わせマーク Q のバリエーションを示す平面図である。いずれも、破線の正方形はビット記録領域 A b（便宜上、内側には、ビット図形を描く代わりに斜線を施してある）を示し、一点鎖線の正方形は単位記録領域 A u を示しており、両者の間に配置されている円形のマークが位置合わせマーク Q である。

【0129】

図 7 (a) は、矩形状のビット記録領域 A b の左上隅近傍および右上隅近傍に、位置合わせマーク Q 1 1 および Q 1 2 を配置した例である。この 2 組の位置合わせマーク Q 1 1, Q 1 2 の中心点を結ぶ方向を横方向座標軸 X と定義すれば、ビット記録領域 A b の配置に関する一座標軸方向を示すことができる。読み出し時には、2 組の位置合わせマーク Q 1 1, Q 1 2 に基づいて横方向座標軸 X を認識することができ、更に、この横方向座標軸 X に直交する軸として縦方向座標軸 Y を定義することができるので、ビット記録領域 A b が正しい矩形をしていれば、各ビットの読出処理に支障は生じない。このような観点からは、1 つのビット記録領域 A b について、2 組の位置合わせマークを付加しておけば、実用上、読出処理に支障は生じないことになる。

【0130】

もちろん、ビット記録領域 A b の左上隅近傍と左下隅近傍に、それぞれ位置合わせマークを配置して、縦方向座標軸 Y を定義するようにしてもよい。要するに、単位記録用図形パターン生成部 150 は、矩形状のビット記録領域 A b の 4 隅のうちの対角にない 2 隅の外側近傍に配置された合計 2 組の位置合わせマークを付加することにより、単位記録用図形パターンを生成すればよい。

【0131】

一方、図 7 (b) は、矩形状のビット記録領域 A b の 4 隅のうちの 3 隅の外側近傍に配置された合計 3 組の位置合わせマーク Q 2 1, Q 2 2, Q 2 3 を付加することにより、単位記録用図形パターンを生成した例である。このように 3 組の位置合わせマーク Q 2 1, Q 2 2, Q 2 3 を用いれば、図示のように横方向座標軸 X と縦方向座標軸 Y との双方を定義することができ、各ビットの読出処理の精度を更に高めることが可能である。

【0132】

このように 3 組の位置合わせマークを用いる場合は、図 8 に示す例のように、相互に隣接する単位記録用図形パターンについて、3 組の位置合わせマークの配置態様を異ならせるようにするのが好ましい。図 8 には、複数の単位記録領域 A u を二次元行列状に配置した状態が示されている。ここで、単位記録領域 A u (11), A u (13), A u (22), A u (31), A u (33) については、図 7 (b) に示す配置態様（すなわち、右下隅だけ欠けている配置態様）で 3 組の位置合わせマークが配置されているが、単位記録領域 A u (12), A u (21), A u (23), A u (32) については、図 7 (b) に示す配置態様とは左右逆転させた配置態様（すなわち、左下隅だけ欠けている配置態様）で 3 組の位置合わせマークが配置されている。

【0133】

要するに、単位記録領域 A_u の配列について、行番号 i ($i = 1, 2, 3, \dots$) と列番号 j ($j = 1, 2, 3, \dots$) を定義して、個々の単位記録領域を、図示のとおり $A_u(i, j)$ と表現した場合に、 $(i + j)$ が偶数になる第1のグループについては、図7(b)に示すように、右下隅だけ位置合わせマークが欠けている配置態様を採用し、 $(i + j)$ が奇数になる第2のグループについては、図7(b)を左右逆転させたように、左下隅だけ位置合わせマークが欠けている配置態様を採用している。

【0134】

このように、3組の位置合わせマークの配置態様として2通りの態様を定義し、上下もしくは左右に隣接する単位記録用図形パターンについて、互いに異なる配置態様を採用するようにすれば、走査制御部540が撮影対象領域の走査を行う際に、隣接する単位記録領域についての撮影をスキップさせてしまう誤りを防ぐことができる。

10

【0135】

たとえば、図8に示す例において、走査制御部540が、まず、単位記録領域 $A_u(1, 1)$ を撮影対象領域として撮影し、続いて、撮影対象領域を図の右方向に移動させ、右に隣接する単位記録領域 $A_u(1, 2)$ を撮影対象領域とする制御を行ったとしよう。通常、単位記録領域 A_u のピッチに相当する距離だけ移動させる制御を行えば、次の撮影対象領域を単位記録領域 $A_u(1, 2)$ の位置へもってゆくことが可能である。ところが、何らかの事情により移動距離に誤差が生じ、撮影対象領域が単位記録領域 $A_u(1, 3)$ の位置まで移動してしまった場合、単位記録領域 $A_u(1, 2)$ に対する読出処理はスキップされてしまうことになる。

20

【0136】

図8に示すような配置態様を採用しておけば、このような事態が生じてても、誤りであることを検出できる。すなわち、単位記録領域 $A_u(1, 1)$ を撮影した後、単位記録領域 $A_u(1, 2)$ の撮影をスキップして単位記録領域 $A_u(1, 3)$ の撮影が行われたとすると、位置合わせマークの配置態様が同じになるため、単位記録領域 $A_u(1, 2)$ がスキップされてしまったことを認識できる。そこで、撮影対象領域を図の左方向へと戻す処理を行い、単位記録領域 $A_u(1, 2)$ の撮影が行われるような修正を行うことができる。縦方向に関するスキップが生じた場合も同様の修正が可能である。

【0137】

30

このようなスキップが生じたことを認識させるための方法としては、2通りの配置態様を用意しておく方法の他、位置合わせマークの形状を変える方法を採用することも可能である。たとえば、図9(a), (b)には、位置合わせマークの形状を変えたバリエーションの一例が示されている。図9(a)に示す例の場合、十文字状のマーク Q_{31} 、三角形のマーク Q_{32} 、四角形のマーク Q_{33} が、図示の位置に配置されているのに対して、図9(b)に示す例の場合、円形のマーク Q_{41} 、菱形のマーク Q_{42} 、×印のマーク Q_{43} が、図示の位置に配置されている。このような2通りの位置合わせマークを縦横交互に用いるようにすれば、図8に示す例と同様に、スキップが生じたことを認識することができる。

【0138】

図10は、本発明における位置合わせマークの配置形態の更に別なバリエーションを示す平面図である。このバリエーションは、図8に示す例における単位記録領域 $A_u(1, 1)$ についての位置合わせマークを、図9(a)に示す位置合わせマークに変更したものである。すなわち、二次元行列状に配置された複数の単位記録領域 A_u のうち、第1行第1列目に配置されている単位記録領域 $A_u(1, 1)$ のみ、用いる位置合わせマークの形状が異なっている。これは、第1行第1列目に配置されている単位記録領域 $A_u(1, 1)$ を、最初に読み出すべき基準単位記録領域として設定しておき、読出処理時には、この基準単位記録領域を容易に識別できるようにするための配慮である。

40

【0139】

この図10に示すバリエーションを採用する場合、単位記録用図形パターン生成部150は、特定の単位記録領域を基準単位記録領域に設定し、当該基準単位記録領域について

50

は、他の単位記録領域とは異なる基準位置合わせマークを用いた単位記録用図形パターンを生成するようにすればよい。図示の例の場合、基準単位記録領域A u (1 1) については、図9 (a) に示す基準位置合わせマークが用いられ、その他の単位記録領域については、図8に示す通常的位置合わせマークが用いられているため、読出処理時には、まず、図9 (a) に示す基準位置合わせマークを探索する処理を行うことにより、最初に読み出すべき基準単位記録領域A u (1 1) を特定することができる。

【0140】

すなわち、図6に示す情報読出装置における画像撮影装置400が、少なくとも1つの単位記録領域A u を包含可能なサイズの撮影対象領域を撮影する機能を有していれば、図9 (a) に示す基準位置合わせマークを探索することが可能になるので、走査制御部540は、まず、図9 (a) に示す基準位置合わせマークに基づいて基準単位記録領域A u (1 1) を包含する領域の撮影画像が得られるように、画像撮影装置400に対して撮影対象領域を調整させる制御を行えばよい。こうして、基準単位記録領域A u (1 1) 内のビット記録領域A b (1 1) から正しいビット情報の読み出しが完了したら、走査制御部540によって、単位記録領域A u の配置ピッチに応じて、撮影対象領域を順次移動させる制御を行うようにすればよい。

【0141】

もちろん、この場合も、図8を参照して説明したように、何らかの事情により単位記録領域A u (1 3) がスキップされる誤りが生じてても、当該誤りを認識して修正することができる。また、微細な位置ずれが生じていた場合にも、微調整することができる。

【0142】

また、基準単位記録領域A u (1 1) を示す方法として、他の単位記録領域とは異なる基準位置合わせマークを用いる方法を採用する代わりに、基準単位記録領域A u (1 1) 内のビット記録領域A b (1 1) に、ビット図形Fを配置せずに特有の識別マークを配置する方法を採用することも可能である。ビット記録領域A b は、本来はビット図形Fを配置して保存対象となるデータを記録するために用いられる領域であるが、基準単位記録領域についてのみ、特有の識別マークを配置するようにすれば、当該特有の識別マークを確認することにより、基準単位記録領域を容易に認識することができる。

【0143】

たとえば、図8に示す領域A u (1 1) 内に、大きな星印を描画しておけば、当該領域A u (1 1) が基準単位記録領域であることを容易に認識することができる。この場合、領域A u (1 1) 内には、本来の情報は記録されていないが、まず、基準単位記録領域A u (1 1) を最初の撮影対象領域とする位置調整を行った後、撮影対象領域を順次移動させる走査を行うようにすればよい。基準単位記録領域A u のサイズが目視しうるサイズであれば、上例の場合、星印を目視確認することも可能であり、基準単位記録領域A u (1 1) を最初の撮影対象領域とする位置合わせを、オペレータの目視による手動操作で行うことも可能になる。

【0144】

<<< § 5. 本発明に係る情報保存方法および情報読出方法 >>>

最後に、本発明を情報保存方法および情報読出方法という方法発明として把握した場合の基本的な処理手順を説明しておく。

【0145】

図11は、本発明に係る情報保存方法の基本処理手順を示す流れ図である。この手順は、デジタルデータを情報記録媒体に書き込んで保存する情報保存方法の実行手順であり、ステップS11～S16は、図1に示す保存処理用コンピュータ100によって実行される手順であり、ステップS17は、図1に示すビーム露光装置200によって実行される手順であり、ステップS18は、図1に示すパターンニング装置300によって実行される手順である。

【0146】

まず、ステップS11では、保存処理用コンピュータ100が、保存対象となるデジタ

ルデータDを入力するデータ入力段階が実行される。続くステップS12では、保存処理用コンピュータ100が、当該デジタルデータDを、所定のビット長単位で分割することにより、複数の単位データU_iを生成する単位データ生成段階が実行される。そして、ステップS13では、保存処理用コンピュータ100が、個々の単位データU_iを構成するデータビットを二次元行列状に配置することにより、単位ビット行列B(U_i)を生成する単位ビット行列生成段階が実行され、ステップS14では、保存処理用コンピュータ100が、単位ビット行列B(U_i)を、所定のビット記録領域Ab内に配置された幾何学的なパターンに変換することにより単位ビット図形パターンP(U_i)を生成する単位ビット図形パターン生成段階が実行される。

【0147】

続いて、ステップS15では、保存処理用コンピュータ100が、単位ビット図形パターンP(U_i)に位置合わせマークQを付加することにより、単位記録用図形パターンR(U_i)を生成する単位記録用図形パターン生成段階が実行される。そして、ステップS16では、保存処理用コンピュータ100が、単位記録用図形パターンR(U_i)を描画するための描画データEを生成する描画データ生成段階が実行される。

【0148】

そして最後に、ステップS17において、描画データEに基づいて、情報記録媒体となる基板S上に、電子線またはレーザ光を用いたビーム露光を行うビーム露光段階が実行され、ステップS18において、露光を受けた基板に対してパターンニング処理を行うことにより、描画データEに応じた物理的構造パターンが形成された情報記録媒体Mを生成するパターンニング段階が実行される。

【0149】

これに対して、図12は、本発明に係る情報読出方法の基本処理手順を示す流れ図である。この手順は、図11に示す手順により情報記録媒体Mに保存されたデジタルデータを読み出す情報読出方法の実行手順であり、ステップS21は、図6に示す画像撮影装置400によって実行される手順であり、ステップS22～S27は、図6に示す読出処理用コンピュータ500によって実行される手順である。

【0150】

まず、ステップS21では、画像撮影装置400を用いて、情報記録媒体Mの記録面の一部をなす撮影対象領域を拡大して撮影し、得られた撮影画像を画像データとして取り込む画像撮影段階が実行される。そして、ステップS22では、読出処理用コンピュータ500が、撮影画像を格納する撮影画像格納段階が実行され、ステップS23では、読出処理用コンピュータ500が、撮影画像格納段階で格納された撮影画像から位置合わせマークを検出することにより、個々のビット記録領域Abを認識するビット記録領域認識段階が実行される。

【0151】

このビット記録領域認識段階において、ビット記録領域Abの認識に成功した場合には、ステップS24を経てステップS25へ進むことになるが、ビット記録領域Abの認識に失敗した場合、すなわち、撮影時に位置ずれが生じており、撮影画像内に完全なビット記録領域Abが含まれていない場合には、ステップS21へ戻り、再び画像撮影段階が実行される。このとき、正しい撮影画像が得られるように、画像撮影装置による撮影対象領域を変更する処理が行われることになる。

【0152】

ステップS25では、読出処理用コンピュータ500が、ビット記録領域Ab内のパターンに基づいて単位ビット行列B(U_i)を認識する単位ビット行列認識段階が実行される。このような処理が、ステップS26を介して、全必要領域についての認識が完了するまで繰り返し実行される。すなわち、読出処理用コンピュータ500によって、読出対象となるすべてのビット記録領域Abについての撮影画像が得られるように、画像撮影装置による撮影対象領域を変更する制御を行いつつ、ステップS21の画像撮影段階からの一連の処理が繰り返されることになる。

【0153】

最後に、ステップS27において、読出処理用コンピュータ500が、ステップS25の単位ビット行列認識段階で認識した個々の単位ビット行列B(Ui)から単位データUiを生成し、個々の単位データUiを合成することにより、保存対象となったデジタルデータDを復元するデータ復元段階が実行される。

【符号の説明】

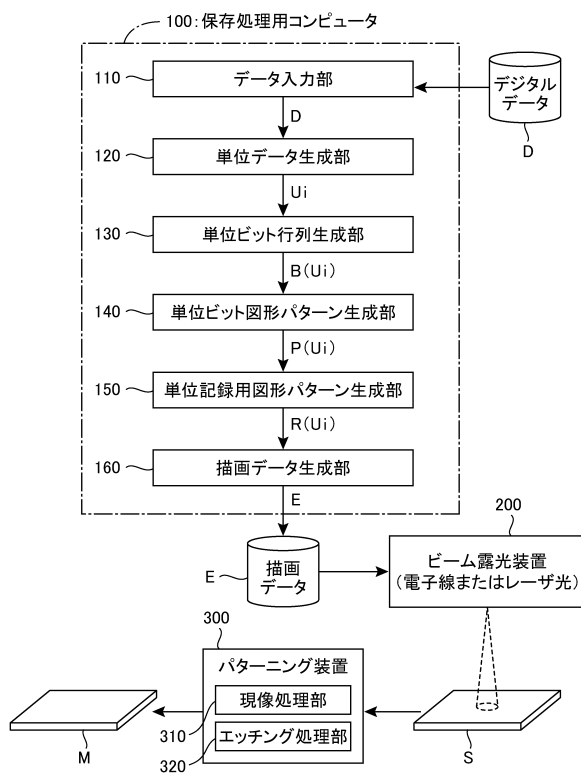
【0154】

10：被成形層（加工前）	
11：被成形層（加工後）	
12：網状構造体	10
20：レジスト層	
21：露光部	
22：非露光部	
23：残存部	
31：付加層（全面に形成）	
32：付加層（凸部に形成）	
33：付加層（凹部に形成）	
40：支持層	
51：被成形層	
100：保存処理用コンピュータ	20
110：データ入力部	
120：単位データ生成部	
130：単位ビット行列生成部	
140：単位ビット図形パターン生成微雨	
150：単位記録用図形パターン生成部	
160：描画データ生成部	
200：ビーム露光装置	
300：パターンニング装置	
310：現像処理部	
320：エッチング処理部	30
400：画像撮影装置	
410：撮像素子	
420：拡大光学系	
430：走査機構	
500：読出処理用コンピュータ	
510：撮影画像格納部	
520：ビット記録領域認識部	
530：単位ビット行列認識部	
540：走査制御部	
550：データ復元部	40
Ab, Ab(i)：ビット記録領域	
Au, Au(11)～Au(33)：単位記録領域	
B(U1), B(Ui)：単位ビット行列	
C：凹部	
D：保存対象となるデジタルデータ	
E：描画データ	
F：ビット図形	
H：貫通孔	
L：格子点	
M：情報記録媒体	50

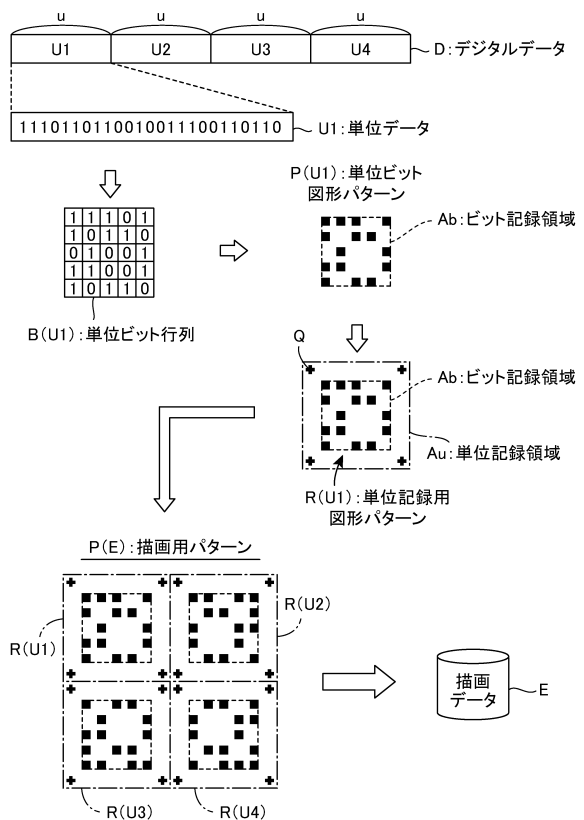
N：非孔部
P (E)：描画用パターン
P (U₁), P (U_i)：単位ビット図形パターン
Q, Q₁～Q₄₃：位置合わせマーク
R (U₁)～R (U₄), R (U_i)：単位記録用図形パターン
S：露光対象基板
S₁₁～S₂₇：流れ図の各ステップ
U₁～U₄, U_i：単位データ
u：所定ビット長
V：凸部
X：横方向座標軸
X₁～X₇：横方向格子線
Y：縦方向座標軸
Y₁～Y₇：縦方向格子線

10

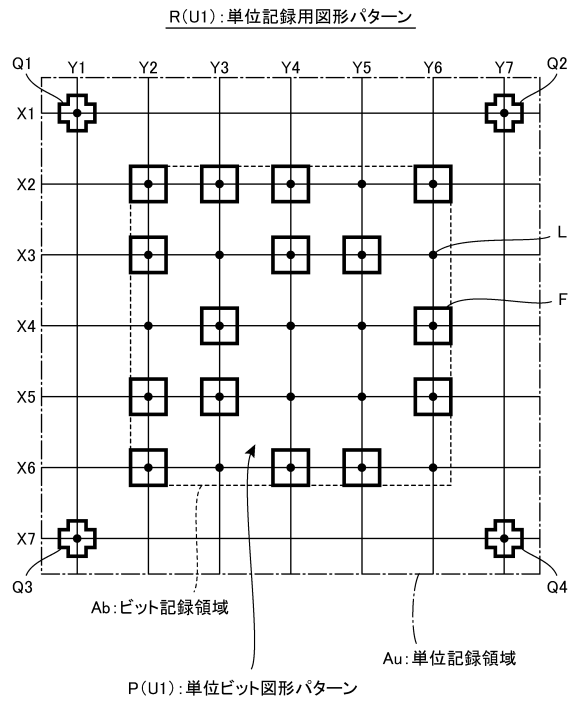
【図 1】



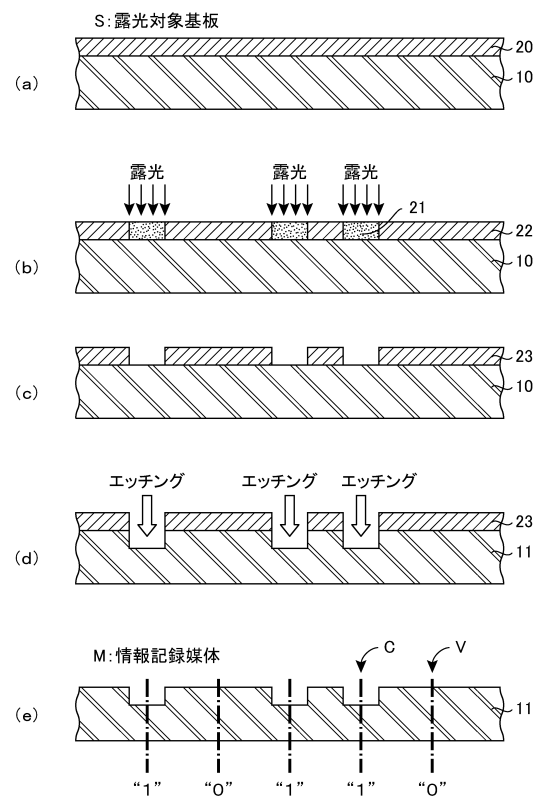
【図 2】



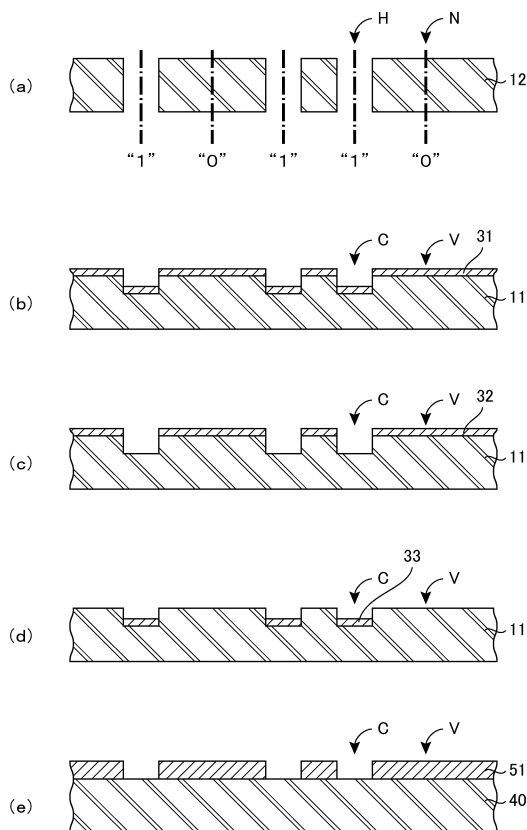
【図 3】



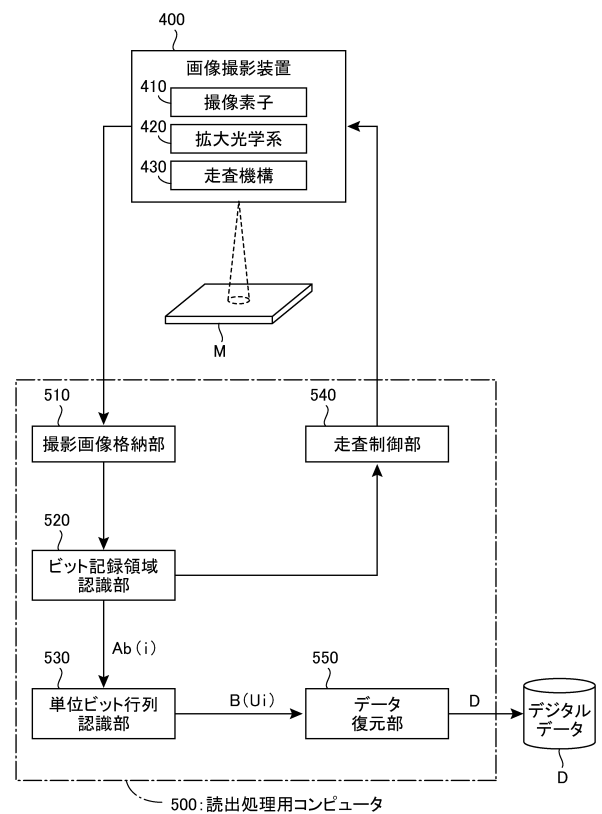
【図 4】



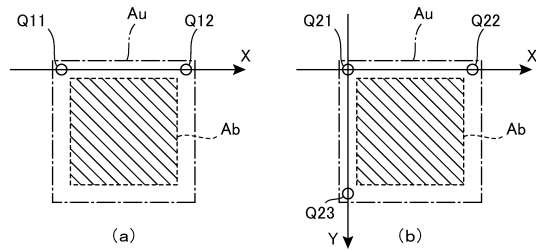
【図 5】



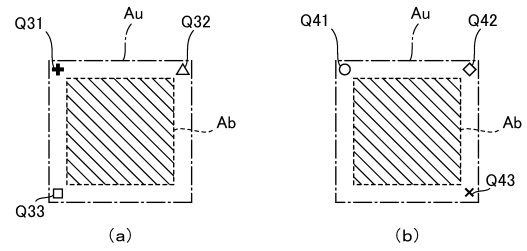
【図 6】



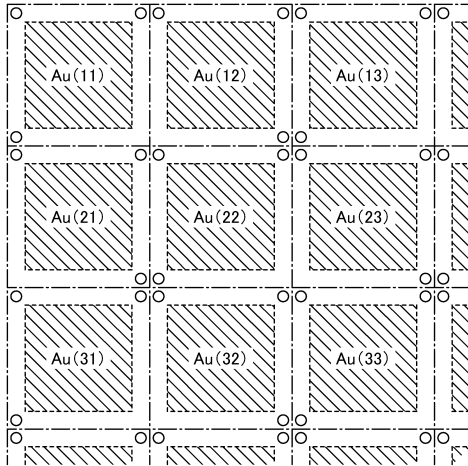
【図 7】



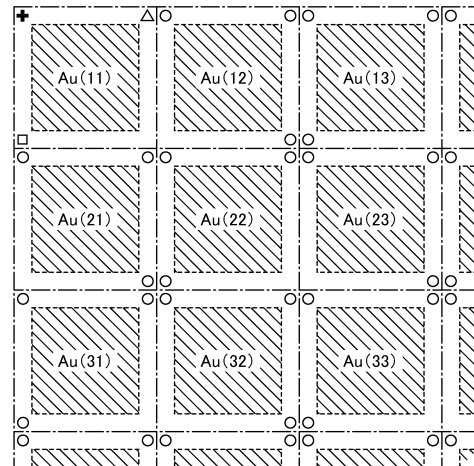
【図 9】



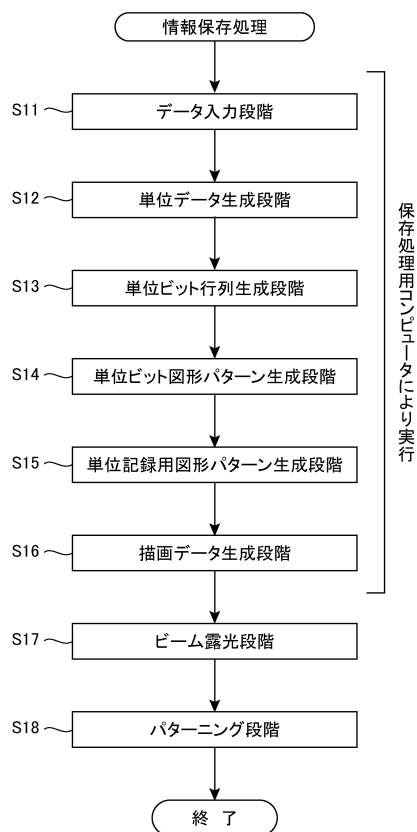
【図 8】



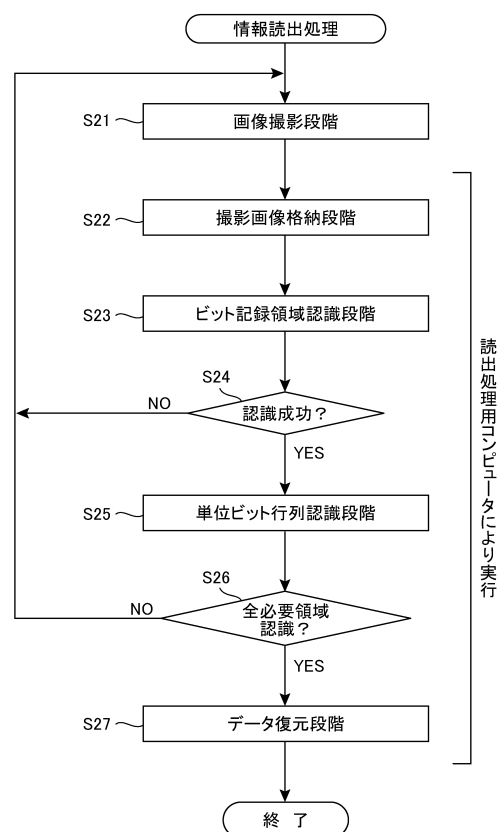
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>G 1 1 B</i>	7/2407	(2013.01)	<i>G 1 1 B</i> 7/2407
<i>G 1 1 B</i>	7/24094	(2013.01)	<i>G 1 1 B</i> 7/24094
<i>G 1 1 B</i>	7/26	(2006.01)	<i>G 1 1 B</i> 7/26 5 0 1
<i>G 1 1 B</i>	20/10	(2006.01)	<i>G 1 1 B</i> 20/10 3 1 1
<i>G 1 1 B</i>	9/10	(2006.01)	<i>G 1 1 B</i> 20/10 3 2 1 Z
<i>G 1 1 B</i>	7/24097	(2013.01)	<i>G 1 1 B</i> 9/10
			<i>G 1 1 B</i> 7/24097

- (72)発明者 中田 尚子
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 有塚 祐樹
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

審査官 中野 和彦

- (56)参考文献 特開2000-029979 (JP, A)
特開2002-015474 (JP, A)
特開2008-123574 (JP, A)
特開2008-016154 (JP, A)
特開昭62-277641 (JP, A)
特開2002-007981 (JP, A)
特開2009-163354 (JP, A)
特開昭62-173631 (JP, A)
国際公開第2013/179329 (WO, A1)
特開平08-171620 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 1 1 B 7/0033
G 1 1 B 7/0045
G 1 1 B 7/005
G 1 1 B 7/007
G 1 1 B 7/24012
G 1 1 B 7/2407
G 1 1 B 7/24094
G 1 1 B 7/24097
G 1 1 B 7/26
G 1 1 B 9/10
G 1 1 B 20/10