

(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2010-26464

(P2010-26464A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03F 7/20 (2006.01)	G03F 7/20 504	2H097
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 541D	5D112
G11B 7/26 (2006.01)	G11B 7/26 501	5D121
G11B 5/84 (2006.01)	G11B 5/84 Z	5F056
G11B 5/855 (2006.01)	G11B 5/855	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)		

(21) 出願番号 特願2008-191275 (P2008-191275)
 (22) 出願日 平成20年7月24日 (2008.7.24)

(71) 出願人 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
 (74) 代理人 100102901
 弁理士 立石 篤司
 (72) 発明者 鎌田 照己
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 渡部 寿夫
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 (72) 発明者 藤原 康秀
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 Fターム(参考) 2H097 AA03 AB07 BB10 CA16 LA20
 最終頁に続く

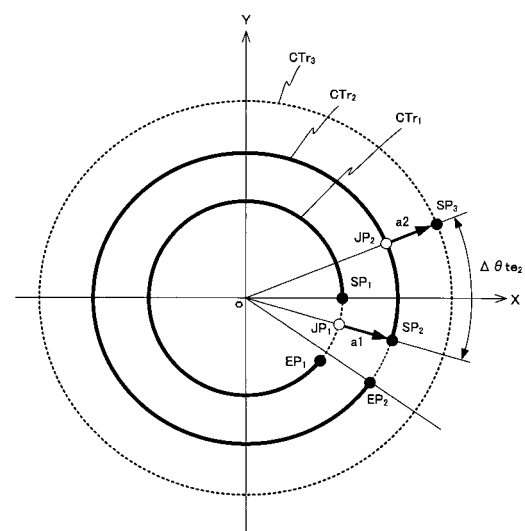
(54) 【発明の名称】 電子線描画装置、電子線描画方法、原盤製造方法、及び情報記録媒体製造方法

(57) 【要約】

【課題】複数の円周トラックに沿って、連続的に精度よくパターンを描画する。

【解決手段】円周トラック CTr_1 上の描画開始位置 SP_1 から円周トラック CTr_1 に沿ってパターンの描画を開始してから、基板が $2\pi - \Delta\theta te_1$ 回転した位置で、電子線をX軸へ偏向することで電子線の入射位置を円周トラック CTr_2 上へ位置決めする。そして、円周トラック CTr_2 上の描画開始位置 SP_2 から円周トラック CTr_2 に沿ってパターンの描画を開始してから、基板が $2\pi + \Delta\theta te_1 + \Delta\theta te_2$ 回転($(4\pi + \Delta\theta te_2) - (2\pi - \Delta\theta te_1)$)した位置で、電子線をX軸へ偏向することで電子線の入射位置を円周トラック CTr_3 上へ位置決めする。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中心を共通にする複数の円周トラック上へ、前記中心を通る同一直線上にない各円周トラックの描画開始位置からそれぞれの円周トラックに沿って、順次パターンを描画する電子線描画装置であって、

前記基板表面の照射位置に向けて前記電子線を照射する照射装置と；

回転する前記基板を前記照射装置に対して相対移動して、前記照射位置を基準位置から等ピッチ螺旋トラックに沿って等速移動させる移動装置と；

前記螺旋トラック上の前記照射位置に向けて照射された前記電子線を偏向して、前記電子線を前記螺旋トラックに対応するいずれかの円周トラック上へ入射させる偏向装置と；
を備え、

10

前記偏向装置は、前記第 1 円周トラックの描画開始から前記基板が、前記第 1 円周トラック上の描画開始位置の、前記基準位置に基づく前記基板の累積回転角と、前記第 2 円周トラック上の描画開始位置の、前記基準位置に基づく前記基板の累積回転角との差に対応する角度だけ回転したときに、前記電子線の入射位置を前記第 2 円周トラックの描画開始位置へ位置決めする電子線描画装置。

【請求項 2】

前記偏向装置は、前記円周トラック上の描画開始位置に対応する前記螺旋トラック上の位置と前記基準点との距離を R_0 、隣接する前記円周トラック間のピッチを P 、前記照射位置の前記螺旋トラックに対する相対移動速度を V 、前記円周トラックの描画開始角の変化を $\Delta \theta_{te}(k)$ としたときに、

20

式 $R_0 \cdot (2\pi + \Delta \theta_{te}(k+1)) / V \pm P \cdot ((2\pi(k+1) + \sum(n=0 \rightarrow k+1) \cdot \Delta \theta_{te}(n))^2 - (2\pi \cdot k + \sum(n=0 \rightarrow k) \cdot \Delta \theta_{te}(n))^2) / (4\pi \cdot V)$ を用いて算出される値として決定されるクロック信号に基づいて、前記電子線を位置決めする請求項 1 に記載の電子線描画装置。

【請求項 3】

前記第 1 トラックパターンの描画開始から前記基板が、第 1 円周トラックの描画開始位置の、前記基準位置に基づく前記基板の累積回転角と、前記第 2 円周トラックの描画開始位置の、前記基準位置に基づく前記基板の累積回転角との差が 2π を超える場合に、前記第 1 円周トラックの描画開始から前記基板が 2π を超えて前記差に想到する角度まで回転する間に、前記電子線をブランキングさせるブランキング装置を更に備える請求項 1 又は 2 に記載の電子線描画装置。

30

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の電子線描画装置を用いた電子線描画方法。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の電子線描画装置によって基板にパターンを描画する工程と；

前記基板上に形成されたパターンを現像する工程と；を含む情報記録媒体の原盤製造方法。

40

【請求項 6】

請求項 5 に記載の原盤を用いて、記録媒体へパターンを転写することにより情報記録媒体を製造する情報記録媒体製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子線描画装置、電子線描画方法、原盤製造方法、及び情報記録媒体製造方法に係り、更に詳しくは、電子線を用いて基板にパターンを描画する電子線描画装置、該電子線描画装置を用いた電子線描画方法、前記電子線描画装置を用いて原盤を製造する原盤製造方法、及び前記原盤を用いて情報記録媒体を製造する情報記録媒体製造方法に関する。

50

【背景技術】

【0002】

インターネットの普及と高速化、それに伴う動画配信等の各種サービスの拡大、ハイビジョン画像受信再生機の普及などを背景に、情報機器等が取り扱うデータ量が急速に増大している。近年、これら増大する大量のデータを保存利用する為に、大容量の光ディスクあるいは大容量のハードディスクドライブの開発が盛んに行われている。特に、ハードディスクなどの記録媒体は、携帯電話、携帯用音楽記録再生装置、ビデオカメラなどのポータブル機器にも搭載されるなど、その用途が拡大し、最近では、小型大容量の記録媒体であるディスクリットトラックメディアや、パターンドメディアなどが登場するに至っている。

10

【0003】

上述の記録媒体の原盤となる基板などへパターンを描画する方法としては、例えば特許文献1に記載されたX-θステージを備えた電子線描画装置を用いた描画方法が考えられる。この種の電子線描画装置を用いた描画方法では、基板上に螺旋状又は同心円状のトラックに沿って任意のパターンを描画形成することができる。

【0004】

【特許文献1】特開2003-317327号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

上述したハードディスクなどに用いられる記録媒体では、各同心円トラックの描画開始位置を、例えばスイングアームに支持された記録再生ヘッドの移動軌跡上に位置させるのが一般的である。しかしながら、従来のように各同心円トラックを形成する円周トラックに沿ってパターンを描画する場合に、基板が一回転する毎に、すなわち各円周トラック毎に偏向信号を生成して、円周トラックそれぞれに個別的にパターンを描画すると、次の円周トラック（以下、次トラックという）の描画開始位置へ電子線の入射位置を移動させる際の基板の角度が、次トラックの描画開始位置に対応する基板の角度に一致していない場合があり、このときにはパターンが不連続になるなどの不都合が予想される。

【0006】

本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第1の目的は、複数の円周トラックを有する同心円トラックに沿って、連続的に精度よくパターンを描画することが可能な電子線描画装置及び電子線描画方法を提供することにある。

30

【0007】

また、本発明の第2の目的は、記録媒体に、複数の円周トラックを有する同心円トラックに沿って連続的に精度よく形成されたパターンを転写するための原盤を製造する原盤製造方法を提供することにある。

【0008】

また、本発明の第3の目的は、複数の円周トラックを有する同心円トラックに沿って連続的に精度よくパターンが形成された情報記録媒体を製造するための情報記録媒体製造方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は第1の観点からすると、中心を共通にする複数の円周トラック上へ、前記中心を通る同一直線上にない各円周トラックの描画開始位置からそれぞれの円周トラックに沿って、順次パターンを描画する電子線描画装置であって、前記基板表面の照射位置に向けて前記電子線を照射する照射装置と；回転する前記基板を前記照射装置に対して相対移動して、前記照射位置を基準位置から等ピッチ螺旋トラックに沿って等速移動させる移動装置と；前記螺旋トラック上の前記照射位置に向けて照射された前記電子線を偏向して、前記電子線を前記螺旋トラックに対応するいずれかの円周トラック上へ入射させる偏向装置と；を備え、前記偏向装置は、前記第1円周トラックの描画開始から前記基板が、前記第

50

１円周トラック上の描画開始位置の、前記基準位置に基づく前記基板の累積回転角と、前記第２円周トラック上の描画開始位置の、前記基準位置に基づく前記基板の累積回転角との差に対応する角度だけ回転したときに、前記電子線の入射位置を前記第２円周トラックの描画開始位置へ位置決めする電子線描画装置である。

【００１０】

これによれば、第１円周トラックの描画開始から基板が、第１円周トラックの描画開始位置の、基準位置に基づく基板の累積回転角と、第２円周トラックの描画開始位置の、基準位置に基づく基板の累積回転角との差に対応する角度だけ回転したときに、電子線の入射位置が第２円周トラックの描画開始位置へ位置決めされる。これにより、照射装置に対して螺旋トラックに沿って等速移動する基板に、連続的に精度よく円周トラックに沿って

10

【００１１】

また、本発明は第２の観点からすると、本発明の電子線描画装置を用いた電子線描画方法である。これによれば、照射装置に対して螺旋トラックに沿って等速移動する基板に、連続的に精度よく円周トラックに沿ってパターンを描画することが可能となる。

【００１２】

また、本発明は第３の観点からすると、本発明の電子線描画装置によって基板にパターンを描画する工程と；前記基板上に形成されたパターンを現像する工程と；を含む情報記録媒体の原盤製造方法である。

【００１３】

これによれば、原盤には、複数の円周トラックを有する同心円トラックに沿って連続的に精度よくパターンが形成される。そして、この原盤を用いることにより、情報記録媒体に、複数の円周トラックを有する同心円トラックに沿って連続的に精度よく形成されたパターンを転写することが可能となる。

20

【００１４】

本発明は第４の観点からすると、本発明の原盤を用いて、記録媒体へパターンを転写することにより情報記録媒体を製造する情報記録媒体製造方法である。これによれば、情報記録媒体には、複数の円周トラックを有する同心円トラックに沿って連続的に精度よく形成されたパターンが転写される。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【００１５】

以下、本発明の一実施形態を図１～図６に基づいて説明する。図１には本実施形態に係る電子線描画装置１００の概略構成が示されている。この電子線描画装置１００は、例えば真空度が 1.0×10^{-4} Pa程度の環境下において、表面にレジスト材がコーティングされた基板Wに電子線を照射して、基板Wの表面に微細パターンを描画する電子線描画装置である。本実施形態にかかる電子線描画装置１００は、後述する照射ユニット１０に対して基板Wを相対移動して、照射ユニット１０の照射位置を図２に示される螺旋トラックSTrに沿って移動させるとともに、照射位置に向かう電子線を偏向させることにより、基板Wの回転中心oを共通の中心とする複数の円周トラックCTr_１～CTr_ｎ上の露光（描画）開始位置SP_１～SP_ｎから、円周トラックCTr_１～CTr_ｎに沿ってパターンを描

40

【００１６】

図１に示されるように、この電子線描画装置１００は、電子線を基板Wに照射する照射ユニット１０、基板Wが載置される回転テーブル３１を備える回転テーブルユニット３０、及び回転テーブルユニット３０などが収容される直方体状の真空チャンバ４０と、パルス信号生成装置２１、フォーマット信号生成装置２２、偏向信号生成装置２３、回転駆動制御装置２５、及び送り駆動制御装置２６などを含んで構成される制御系と、上記各部を統括的に制御するコントローラ２０とを有している。

【００１７】

50

前記回転テーブルユニット30は、真空チャンバ40内部の底壁面上に配置されている。この回転テーブルユニット30は、基板Wが載置される回転テーブル31、回転テーブル31を鉛直軸回りに所定の回転数で回転する回転機構32、回転機構32をX軸方向に移動可能に支持する移動ステージ34、及び前記移動ステージ34を所定のストロークでX軸方向に駆動するスライドユニット33を備えている。

【0018】

前記回転テーブル31は、円形板状の部材であり、回転機構32によって鉛直軸回りに回転可能に保持されている。

【0019】

前記回転機構32は、回転駆動制御装置25から供給される制御信号に基づいて、前記回転テーブル31を所定の回転数で回転させる。

【0020】

前記移動ステージ34は、前記回転機構32を支持するとともに、スライドユニット33によってX軸方向に移動可能に保持されている。

【0021】

前記スライドユニット33は、送り駆動制御装置26から供給される制御信号に基づいて、前記移動ステージ34をX軸方向へ所定の速度で移動させる。

【0022】

また、上述のように構成された回転テーブルユニット30では、回転テーブル31の回転角、及び移動ステージ34の位置が、それぞれ回転角検出器37及び位置検出器38によって検出され、回転角検出器37及び位置検出器38からは、回転テーブル31の回転角及び移動ステージ34の位置に応じたパルス信号が出力されるようになっている。

【0023】

前記照射ユニット10は、長手方向をZ軸方向とするケーシング11と、該ケーシング11の内部上方から下方に向かって順次配置された、電子銃12、磁界レンズ13、ブランキング電極14、アパーチャ部材15、偏向電極16、及び対物レンズ17を備えている。

【0024】

前記ケーシング11は、下方が開放された円筒状のケーシングであり、真空チャンバ40の上面に形成された開口に、上方から隙間なく嵌合されている。そして、真空チャンバ40の内部に位置する部分は、その直径が-Z方向に向かって小さくなるテーパ形状となっている。

【0025】

前記電子銃12は、前記ケーシング11の内部上方に配置されている。この電子銃12は、陰極から熱と電界により取り出した電子を射出する熱電界放射型の電子銃であり、例えば、直径20~50nm程度の電子線を下方(-Z方向)へ射出する。

【0026】

前記磁界レンズ13は、電子銃12の下方に配置された環状のレンズであり、電子銃12から下方に射出された電子線に対して集束する方向のパワーを作用させる。

【0027】

前記ブランキング電極14は、X軸方向に所定間隔隔てて相互に対向するように配置された1組の長方形板状の電極を有し、フォーマット信号生成装置22から供給されるブランカ制御信号Bsigに応じて、磁界レンズ13を通過した電子線を、図中の点線で示されるように+X方向へ偏向する。

【0028】

前記アパーチャ部材15は、中央に電子線が通過する開口が設けられた板状の部材である。このアパーチャ部材15は、ブランキング電極14を通過した電子線が収束する点近傍に開口が位置するように配置されている。

【0029】

前記偏向電極16は、アパーチャ部材15の下方に配置されている。この偏向電極16

10

20

30

40

50

は、X軸方向に相互に対向するように配置された1対の電極と、Y軸方向に相互に対向するように配置された1対の電極とを有し、偏向信号生成装置23から供給される偏向制御信号Dsigに応じて、アパーチャ部材15を通過した電子線をX軸方向又Y軸方向へ偏向する。

【0030】

前記対物レンズ17は、偏向電極16の下方に配置され、偏向電極16を通過した電子線を、回転テーブル31に載置された基板Wの表面に収束する。

【0031】

上述のように構成された照射ユニット10では、電子銃12から射出された電子線は、磁界レンズ13を通過することにより集束され、アパーチャ部材15に設けられた開口近傍（以下、クロスオーバーポイントという）で一旦交差される。次に、クロスオーバーポイントを通過した電子線は、発散しつつアパーチャ部材15を通過することによりその形状が整形される。そして、対物レンズ17によって、回転テーブル31に載置された基板Wの表面上の所定の照射位置に収束される。

【0032】

以下、説明の便宜上、前記照射位置とは、偏向電極16によって偏向されない電子線が入射する基板W上の位置であり、対物レンズ17をはじめとする照射ユニット10の軸上の位置をいうものとする。そして、基板W上の電子線が実際に入射する位置は入射位置というものとする。本実施形態では、上述の照射位置は、基板Wの回転中心を通りX軸に平行な直線上に位置するように、照射ユニット10と回転テーブル31との相対位置が調整されている。

【0033】

また、照射ユニット10では、ブランカ制御信号Bsigに基づいてブランキング電極14が制御され、電子線がX軸方向に偏向されることで、アパーチャ部材15で電子線が遮蔽され、基板Wに対する電子線のブランキングが行われるようになっている。また、偏向制御信号Dsigに基づいて偏向電極16が制御され、電子線がX軸方向又はY軸方向に偏向されることにより、基板W上の電子線の照射位置が調整されるようになっている。

【0034】

図3は、前記パルス信号生成装置21のブロック図である。図3に示されるように、パルス信号生成装置21は、基準クロック生成装置21a、フォーマット駆動クロック生成装置21b、回転指令パルス生成装置21d、及び送り指令パルス生成装置21eを有している。

【0035】

前記基準クロック生成装置21aは、電子線描画装置100を構成する各装置を制御する際の基準となる所定の周波数の基準クロック信号CLKを生成し出力する。

【0036】

フォーマット駆動クロック生成装置21bは、コントローラ20の指示の下、基準クロック信号CLKに基づいてフォーマット駆動クロック信号Fclkと、トラック終端信号TEsigとを生成し、フォーマット信号生成装置22、及び偏向信号生成装置23へ供給する。

【0037】

基板Wを回転するとともにX軸方向へ送りながら、図2中の露光開始位置SP₁から螺旋トラックに沿って電子線の照射位置を等速で移動させて露光を行う場合には、露光開始位置SP₁から螺旋トラック上の位置BP'までの間の螺旋トラックSTrの長さLは、次式(1)で示される。ただし、R₀は基板Wの回転中心oから露光開始位置SP₁までの距離であり、θ_tは露光開始位置SP₁から位置BP'まで照射位置が移動するまでの基板Wの全回転角度であり、Pは螺旋トラックSTrのピッチである。また、式(1)の2項目の符号は、螺旋トラックSTrに沿って基板Wの内側から外側へ照射位置を移動させる場合には+となり、螺旋トラックSTrに沿って基板Wの外側から内側へ照射位置を移動させる場合には-となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

$$L = R_0 \cdot (\theta_{t_o t}) \pm P \cdot (\theta_{t_o t})^2 / (4 \cdot \pi) \dots (1)$$

【 0 0 3 9 】

そして、螺旋トラック上を電子線の照射位置が移動する速度をVとすると、電子線の照射位置が基準位置SP₁から螺旋トラックSTr上の位置BP'まで移動する時間Tは次式(2)で示される。

【 0 0 4 0 】

$$T = L / V \\ = R_0 \cdot (\theta_{t_o t}) / V \pm P \cdot (\theta_{t_o t})^2 / (4 \cdot \pi \cdot V) \dots (2)$$

【 0 0 4 1 】

円周トラックCTr_nを、中心角を第1基準角度Δθとする円弧(第1単位トラック)に区分したときの個数をN₁とすると、第1基準角度を整数倍した角度(整数倍角)θ_kは次式(3)で示される。そして式(2)と式(3)から次式(4)を導出することができる。なお、kは0、1、2...と連続する整数である。

【 0 0 4 2 】

$$\theta_k = \Delta \theta \cdot k = 2 \pi \cdot k \cdot N_1 \dots (3)$$

$$T \cdot k = 2 \pi \cdot R_0 \cdot k / (V \cdot N_1) \pm \pi \cdot P \cdot k^2 / (V \cdot N_1^2) \dots (4)$$

【 0 0 4 3 】

上記式(4)より、第1基準角度Δθを中心角とする単位パターンが描画される時間間隔(周期)は、次式(5)で示される。

【 0 0 4 4 】

$$\Delta t(k) = t \cdot (k + 1) - t(k) \\ = 2 \pi \cdot R_0 \cdot / (V \cdot N_1) \\ \pm \pi \cdot P \cdot (2k + 1) / (V \cdot N_1^2) \dots (5)$$

【 0 0 4 5 】

上記式(5)は、本実施形態のように螺旋トラックSTrに沿って照射位置を移動させつつ電子線を偏向させて、円周トラックCTr_nに沿った、中心角が第1基準角度Δθとなる単位パターンを形成するための周期は、その初期値が次式(6)で与えられ、増減値が次式(7)で与えられることを意味している。ただし、R₁は、同一中心角領域の円周トラックCTr_n上の露光開始位置に対応する螺旋トラック上の位置(螺旋トラックSTr上の照射位置)と基板Wの回転中心oとの距離である。

【 0 0 4 6 】

$$2 \pi \cdot R_1 \cdot / (V \cdot N_1) \pm \pi \cdot P / (V \cdot N_1^2) \dots (6)$$

$$\pm 2 \pi \cdot P \cdot (V \cdot N_1^2) \dots (7)$$

【 0 0 4 7 】

電子線描画装置100のフォーマッタ駆動クロック生成装置21bは、上記式(6)及び式(7)によって規定される周期でハイレベルとなるクロック信号Fclkを生成する。

【 0 0 4 8 】

前記偏向クロック生成装置21cは、基準クロック生成装置21aによって生成された基準クロック信号CLKに基づいて、偏向クロック信号Dclkを生成して出力し、前記回転指令パルス生成装置21dは、回転指令パルス信号Tclkを生成して出力し、前記送り指令パルス生成装置21eは、送りパルス信号Sclkを生成して出力する。

【 0 0 4 9 】

そして、本実施形態では、前記回転駆動制御装置25が、パルス信号生成装置21からの回転指令パルス信号Tclkと、回転角検出器37からのパルス信号とを比較して、この比較結果に応じて回転機構32を駆動することで、基板Wを所定の回転数で回転させ、また、前記送り駆動制御装置26が、パルス信号生成装置21からの送りパルス信号Sclkと、位置検出器38からのパルス信号とを比較して、この比較結果に応じてスライドユニット33を駆動することによって基板WをX軸方向へ所定の速度で移動させる。電子

10

20

30

40

50

線描画装置 100 では、このように、回転駆動制御装置 25 と送り駆動制御装置 26 とが協働することにより、照射ユニット 10 の照射位置が、図 2 に示される螺旋トラック STr に沿って基板 W 上を等速移動するようになっている。

【0050】

また、前記偏向信号生成装置 23 は、パルス信号生成装置 21 からの偏向クロック信号 $Dclk$ と、トラック終端信号 $TESig$ とから、偏向制御信号 $DSig$ を生成し、偏向電極 16 へ供給する。

【0051】

前記コントローラ 20 は、一例として CPU、照射ユニット 10 及び回転テーブルユニット 30 を制御するためのプログラムやパラメータが格納されたメモリなどを含んで構成された制御用コンピュータである。このコントローラ 20 は、例えばユーザからの指令に基づいて、上述したように、フォーマット駆動クロック生成装置 21b、偏向クロック生成装置 21c、回転指令パルス生成装置 21d 及び送り指令パルス生成装置 21e に対して、基板 W に対するパターンの描画を行うための指令等を供給する。また、フォーマット信号生成装置 22 に対して描画情報等を供給する。

【0052】

上述したように、本実施形態では、各円周トラック $CTr_1 \sim CTr_n$ 上の描画開始位置は、中心 o を通る同一直線上にはなく、例えば、円周トラック CTr_1 の描画開始位置 SP_1 を基準とすると、円周トラック CTr_2 の描画開始位置 SP_2 は、図 4 に示されるように、角度 $-\Delta\theta te_1$ の位置にある。この位置は、図 2 を参酌するとわかるように、回転テーブル 31 が螺旋トラック STr に沿って相対移動されてから、回転テーブル 31 が $2\pi - \Delta\theta te_1$ 回転だけ回転したときの、照射位置の位置と角度的に一致する。

【0053】

また、円周トラック CTr_1 の描画開始位置 SP_1 を基準とすると、円周トラック CTr_3 の描画開始位置 SP_3 は、図 5 に示されるように、角度 $+\Delta\theta te_2$ の位置にある。この位置は、図 2 を参酌するとわかるように、回転テーブル 31 が螺旋トラック STr に沿って相対移動されてから、回転テーブル 31 が $4\pi + \Delta\theta te_2$ 回転だけ回転したときの、照射位置の位置と角度的に一致する。

【0054】

電子線描画装置 100 では、円周トラック CTr_1 上の描画開始位置 SP_1 から円周トラック CTr_1 に沿ってパターンの描画を開始してから、基板が $2\pi - \Delta\theta te_1$ 回転した位置で、電子線を X 軸方向へ偏向することで電子線の入射位置を円周トラック CTr_2 上へ位置決めする。具体的には、図 4 に示されるように、円周トラック CTr_1 上の描画開始位置 SP_1 から描画終了位置 EP_1 まで電子線の入射位置が移動し、さらに基板 W が回転することで電子線の入射位置が位置 JP_1 に来たときに、電子線を偏向させて電子線を円周トラック CTr_2 の描画開始位置 SP_2 へ入射させる。

【0055】

そして、円周トラック CTr_2 上の描画開始位置 SP_2 から円周トラック CTr_2 に沿ってパターンの描画を開始してから、基板が $2\pi + \Delta\theta te_1 + \Delta\theta te_2$ 回転 ($(4\pi + \Delta\theta te_2) - (2\pi - \Delta\theta te_1)$) した位置で、電子線を X 軸方向へ偏向することで電子線の入射位置を円周トラック CTr_3 上へ位置決めする。具体的には、図 5 に示されるように、円周トラック CTr_2 上の描画開始位置 SP_2 から描画終了位置 EP_2 まで電子線の入射位置が移動し、さらに基板 W が回転することで電子線の入射位置が位置 JP_2 に来たときに、電子線を偏向させて電子線を円周トラック CTr_3 の描画開始位置 SP_3 へ入射させる。

【0056】

これにより、図 4 を参酌するとわかるように、基板 W の円周トラック CTr_1 の描画開始位置 SP_1 から EP_1 までの区間が、ブランカ制御信号 $BSig$ によって変調された電子線によって露光される。そして、描画終了位置 EP_1 から位置 JP_1 までの間は電子線がブランキングされた状態となり、電子線の入射位置に対応する位置が位置 JP_1 に一致

10

20

30

40

50

したときに、電子線が偏向制御信号 $Dsig$ によって偏向され、円周トラック CTr_2 の描画開始位置 SP_2 に入射される。

【0057】

次に、図5を参酌するとわかるように、基板 W の円周トラック CTr_2 の描画開始位置 SP_2 から EP_2 までの区間が、ブランカ制御信号 $Bsig$ によって変調された電子線によって露光される。そして、描画終了位置 EP_2 から位置 JP_2 までの間は電子線がブランキングされた状態となり、電子線の入射位置に対応する位置が位置 JP_2 に一致したときに、電子線が偏向制御信号 $Dsig$ によって偏向され、円周トラック CTr_3 の描画開始位置 SP_3 に入射される。以下、同様の動作が繰り返されることで、基板 W には円周トラック $CTr_1 \sim CTr_n$ にそってパターンが描画される。

10

【0058】

上述の電子線の偏向動作は、図6(A)及び図6(B)に示されるような偏向制御信号 $Dsig$ が偏向電極16に印加されることにより行われる。図6(A)に示される偏向制御信号 $Dsig$ は、トラックの描画開始位置で、偏向制御信号 $Dsig$ をリセットする例であり、図6(B)に示される偏向制御信号 $Dsig$ は、電子線の入射位置の移動量が隣接するトラックピッチ相当となるように電子線を偏向させる例である。

【0059】

図6(A)に示される偏向制御信号 $Dsig$ は、各トラック間の描画開始位置間の角度が小さい場合に用いるのに適しており、図6(B)に示される偏向制御信号 $Dsig$ は、生成するのに複雑な手順を要するが、各トラック間の描画開始位置間の角度が大きい場合に、精度よく電子線を位置決めするのに適している。

20

【0060】

また、隣接トラック間の描画開始位置の角度差を $\Delta\theta_{te}(k)$ とおくと、描画を開始してから k 番目のトラック CTr_k の描画開始位置が描画されるまでの時間 $t(k)$ は、上記式(2)に、 $\theta_{tot}(k) = 2\pi \cdot k + \sum (n=0 \rightarrow k) \Delta\theta_{te}(n)$ (ただし、 $n=0 \rightarrow k$ は積算範囲 $n=0 \dots k$ を示す)を代入することで得られる次式(8)で示される。

【0061】

$$\begin{aligned} t(k) &= L/V \\ &= R_0 \cdot (2\pi \cdot k + \sum (n=0 \rightarrow k) \Delta\theta_{te}(n)) / V \\ &\pm P \cdot (2\pi \cdot k + \sum (n=0 \rightarrow k) \Delta\theta_{te}(n))^2 / (4\pi \cdot V) \dots (8) \end{aligned}$$

30

【0062】

上記式(8)より、偏向制御信号 $Dsig$ の周期は、次式(9)で示される。

$$\begin{aligned} \Delta t(k) &= t(k+1) - t(k) \\ &= R_0 \cdot (2\pi + \Delta\theta_{te}(k+1)) / V \\ &\pm P \cdot ((2\pi \cdot (k+1) + \sum (n=0 \rightarrow k+1) \Delta\theta_{te}(n))^2 \\ &\quad - (2\pi \cdot k + \sum (n=0 \rightarrow k) \Delta\theta_{te}(n))^2) / (4\pi \cdot V) \\ &= R_0 \cdot (2\pi + \Delta\theta_{te}(k+1)) / V \\ &\pm P \cdot ((4\pi \cdot (k+1) (1 + \sum (n=0 \rightarrow k+1) \Delta\theta_{te}(n)) \\ &\quad + (\sum (n=0 \rightarrow k+1) \Delta\theta_{te}(n))^2 \\ &\quad - 4\pi \cdot k \cdot \sum (n=0 \rightarrow k) \Delta\theta_{te}(n) \\ &\quad - (\sum (n=0 \rightarrow k) \Delta\theta_{te}(n))^2) / (4\pi \cdot V) \dots (9) \end{aligned}$$

40

【0063】

また、 $\Delta\theta_{te}(k)$ を、隣接トラック間の描画開始位置の角度差ではなく、描画開始位置 SP_1 の角度(基準角度)に対する角度とした場合は、描画を開始してから k 番目のトラック CTr_k の描画開始位置が描画されるまでの時間 $t(k)$ は、式(2)に、 $\theta_{tot}(k) = 2\pi \cdot k + \theta_{te}(k)$ を代入することで得られる次式(10)で示される。

【0064】

$$t(k) = L/V$$

50

$$= R_0 \cdot (2\pi \cdot k + \theta t e(k)) / V$$

$$\pm P \cdot (2\pi \cdot k + \theta t e(k))^2 / (4\pi \cdot V) \dots (10)$$

【0065】

上記式(10)より、偏向制御信号 D s i g の周期は、次式(11)で示される。

$$\Delta t(k) = t(k+1) - t(k)$$

$$= R_0 \cdot (2\pi + \theta t e(k+1) - \theta t e(k)) / V$$

$$\pm (P \cdot ((2\pi \cdot (k+1) + \theta t e(k+1))^2 - (2\pi \cdot k + \theta t e(k))^2) / (4\pi \cdot V))$$

$$= R_0 \cdot (2\pi + \theta t e(k+1) \theta t e(k)) / V$$

$$\pm (P \cdot (4\pi \cdot (k+1 + \theta t e(k+1) - \theta t e(k)) + \theta t e(k+1)^2 - \theta t e(k)^2) / (4\pi \cdot V) \dots (11)$$

10

【0066】

以上説明したように、電子線描画装置100では、円周トラック C T r₁ 上の描画開始位置 S P₁ から円周トラック C T r₁ に沿ってパターンの描画を開始してから、基板が $2\pi - \Delta \theta t e_1$ 回転した位置で、電子線を X 軸方向へ偏向することで電子線の入射位置を円周トラック C T r₂ 上へ位置決めする。そして、円周トラック C T r₂ 上の描画開始位置 S P₂ から円周トラック C T r₂ に沿ってパターンの描画を開始してから、基板が $2\pi + \Delta \theta t e_1 + \Delta \theta t e_2$ 回転 ($(4\pi + \Delta \theta t e_2) - (2\pi - \Delta \theta t e_1)$) した位置で、電子線を X 軸方向へ偏向することで電子線の入射位置を円周トラック C T r₃ 上へ位置決めする。これにより、基板 W を照射ユニット 10 に対して螺旋トラック S T r に沿って相対移動させながら、基板 W の中心を通る同一直線上にない各円周トラックの描画開始位置からそれぞれの円周トラックに沿ってパターンを連続的に描画することができる。

20

【0067】

さらに本実施形態では、従来とは異なり、同一の円周トラックの描画開始位置から描画終了位置までの間に、電子線が他の円周トラックに位置決めされることがないので、同一の円周トラックに、パターンを構成する微小ビット(ドット)を連続的に形成することができる。

【0068】

また、本実施形態は、一例として図7に示されるように、スイングアームに対応した境界線で規定された例えば4つの領域に、円周トラックに沿って連続的にパターンを描画するのに好適である。

30

【0069】

また、本発明はハードディスクメディアへの使用が検討されているディスクリートラックメディア及びパターンドメディアの製造に好適である。

【0070】

また、本発明にかかる電子線描画装置を用いて基板にパターンを描画し、その後基板の現像を行うことで、情報記録媒体を製造するための原盤を製作することができる。そして、この原盤を用いることで、パターンが形成された情報記録媒体を製造することができる。

【産業上の利用可能性】

40

【0071】

以上説明したように、本発明の電子線描画装置及び電子線描画方法は、基板にパターンを描画するのに適している。また、本発明の原盤製造方法は、情報記録媒体の原盤を製造するのに適している。また、本発明の情報記録媒体製造方法は、情報記録媒体を製造するのに適している。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】本発明の一実施形態に係る電子線描画装置の概略的な構成を示す図である。

【図2】基板表面に規定された螺旋トラック及び円周トラックを示す図である。

【図3】パルス信号生成装置のブロック図である。

50

【図 4】円周トラックへ電子線を位置決めする方法を説明するための図（その 1）である。

【図 5】円周トラックへ電子線を位置決めする方法を説明するための図（その 2）である。

【図 6】図 6（A）及び図 6（B）は、偏向制御信号を説明するための図である。

【図 7】表面にセクタが規定された基板を示す図である。

【符号の説明】

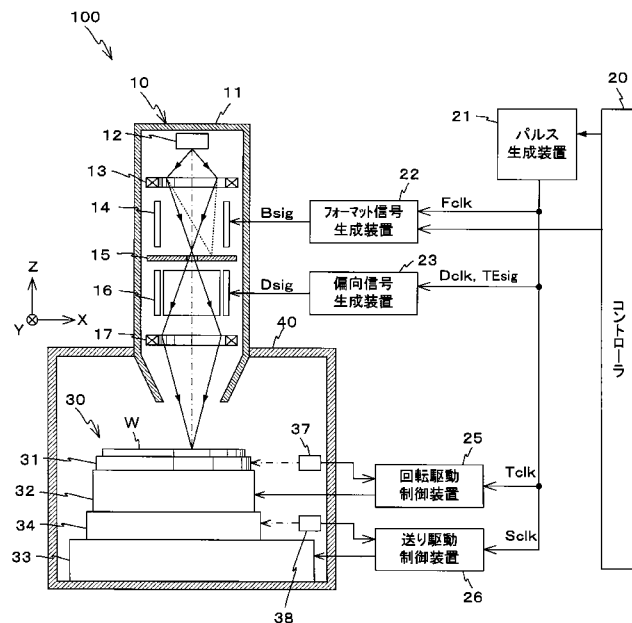
【0073】

10 ... 照射ユニット、11 ... ケーシング、12 ... 電子銃、13 ... 磁界レンズ、14 ... ブランキング電極、15 ... アパーチャ部材、16 ... 偏向電極、17 ... 対物レンズ、20 ... コントローラ、21 ... パルス信号生成装置、21a ... 基準クロック生成装置、21b ... フォーマット駆動クロック生成装置、21c ... 偏向クロック生成装置、21d ... 回転指令パルス生成装置、21e ... 送り指令パルス生成装置、22 ... フォーマット信号生成装置、23 ... 偏向信号生成装置、25 ... 回転駆動制御装置、26 ... 送り駆動制御装置、30 ... 回転テーブルユニット、31 ... 回転テーブル、32 ... 回転機構、33 ... スライドユニット、34 ... 移動ステージ、37 ... 回転角検出器、38 ... 位置検出器、40 ... 真空チャンバ、W ... 基板、CLK ... 基準クロック信号、Fclk ... フォーマット駆動クロック信号、Bsig ... ブランカ制御信号、Dclk ... 偏向クロック信号、Dsig ... 偏向制御信号、Tclk ... 回転指令パルス信号、Tsig ... トラック終端信号、Sclk ... 送りパルス信号、CTR ... 円周トラック、STr ... 螺旋トラック。

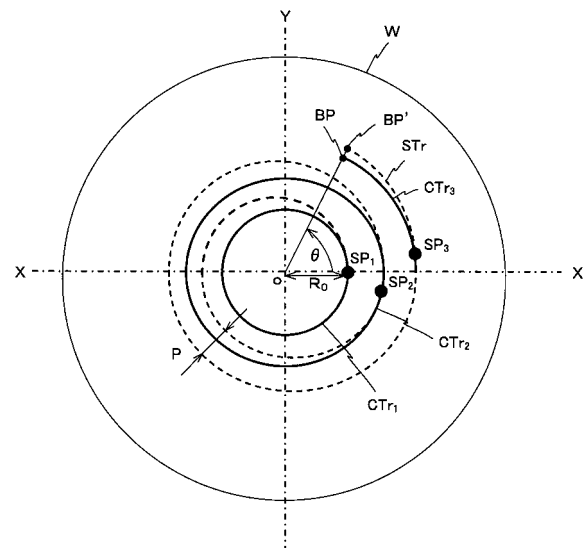
10

20

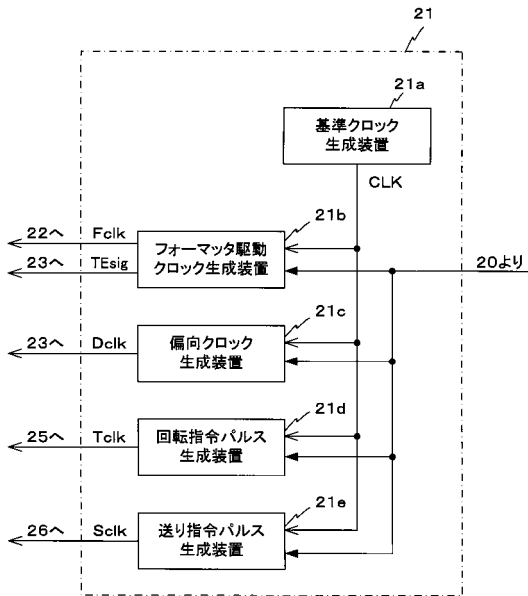
【図 1】



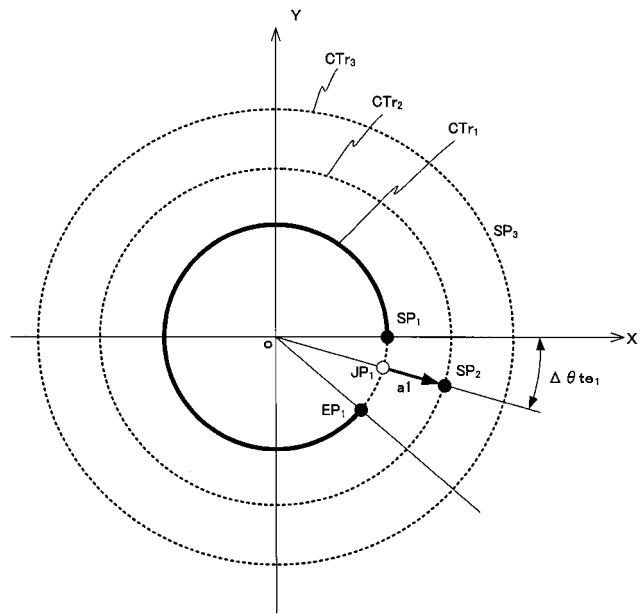
【図 2】



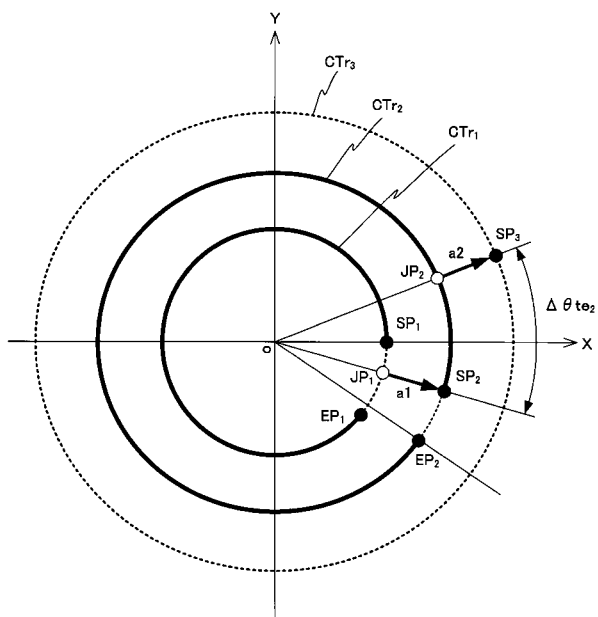
【図 3】



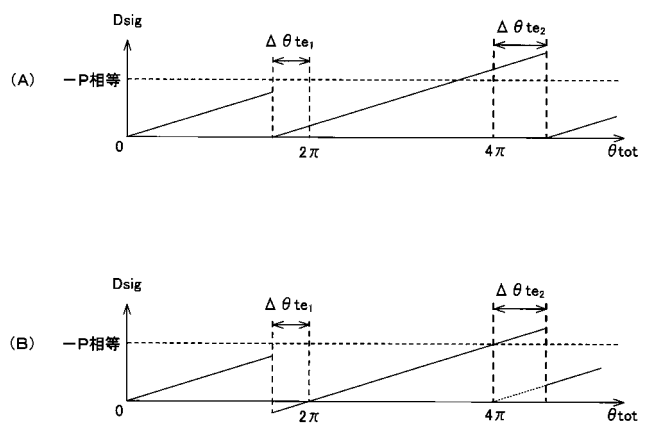
【図 4】



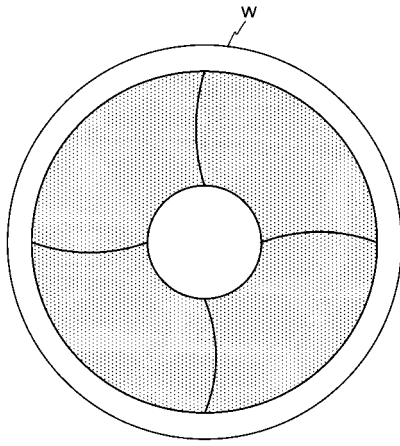
【図 5】



【図 6】



【 図 7 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5D112 AA05 AA19 AA20 AA24 GA00 GA17
5D121 BB21 BB28 BB38
5F056 AA20 CB22