

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4762511号
(P4762511)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月17日(2011.6.17)

| | | |
|-------------------------|---------------|---|
| (51) Int.Cl. | F I | |
| HO 1 J 37/285 (2006.01) | HO 1 J 37/285 | |
| GO 1 N 23/22 (2006.01) | GO 1 N 23/22 | |
| GO 1 N 1/28 (2006.01) | GO 1 N 1/28 | G |
| GO 1 N 1/32 (2006.01) | GO 1 N 1/28 | N |
| HO 1 L 29/78 (2006.01) | GO 1 N 1/32 | B |
| 請求項の数 3 (全 12 頁) 最終頁に続く | | |

(21) 出願番号 特願2004-233186 (P2004-233186)
 (22) 出願日 平成16年8月10日(2004.8.10)
 (65) 公開番号 特開2006-51555 (P2006-51555A)
 (43) 公開日 平成18年2月23日(2006.2.23)
 審査請求日 平成19年7月20日(2007.7.20)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100105337
 弁理士 眞鍋 潔
 (74) 代理人 100072833
 弁理士 柏谷 昭司
 (74) 代理人 100075890
 弁理士 渡邊 弘一
 (74) 代理人 100110238
 弁理士 伊藤 壽郎
 (72) 発明者 後藤 康之
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナノレベル構造組成観察方法及び絶縁層が介在する多層膜構造体の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁層が介在する多層膜構造からなる凸状構造物を表面側に有する被分析試料の前記凸状構造物の表面より、外部エネルギー或いは内部エネルギーにより前記凸状構造物を構成する原子或いはクラスタのいずれかからなる粒子を1個ずつ外部空間に離脱することにより前記凸状構造物のナノレベルの構造組成を観察するナノレベル構造組成観察方法において、
前記凸状構造物を複数個設け、観察対象となる凸状構造物のみの上下の導電性部分を集束イオンビーム法を用いた導電性膜の堆積により順次電氣的に短絡させて観察を行うとともに、観察終了後に前記凸状構造物の上下の導電性部分を短絡させている前記導電性膜に集束イオンビームを照射して前記導電性膜の除去を行うことを特徴とするナノレベル構造組成観察方法。

【請求項2】

上記観察対象となる凸状構造物に引出電極を近接させて前記凸状構造物の表面から離脱した粒子を、引出電極に設けた開口部を介して引き出すことを特徴とする請求項1に記載のナノレベル構造組成観察方法。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載のナノレベル構造組成観察方法によって絶縁層が介在する多層膜構造体のナノレベル構造組成を観察したのち、観察結果が設計許容値の範囲内であるか否かによって製造工程の進行を決定することを特徴とする絶縁層が介在する多層膜構

造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はナノレベル構造組成観察方法及び絶縁層が介在する多層膜構造体の製造方法に関するものであり、特に、絶縁層が介在する多層薄膜構造からなる表面層の界面構造を広い範囲にわたってアトムプローブ法によって精度良く観察するための特徴のあるナノレベル構造組成観察方法及び絶縁層が介在する多層膜構造体の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、HDD（ハードディスクドライブ）の小型化、大容量化が急速に進んでおり、高密度磁気記録を実現するためのヘッド及び媒体の開発が求められている

媒体に微細に配列された記録ビットから発生する磁気的信号を再生ヘッドで高効率に電気信号に変換するために、MRヘッドの微細化・薄層化が求められている。

【0003】

この様に微細化・薄層化されたMRヘッドにおいては、スピンバルブ膜を構成する各層の層厚を精度良く形成するとともに、各層間の界面状態を良好に保つ必要がある。

例えば、膜厚分布が不均一であったり、界面が湾曲していたり、或いは、界面で構成原子が相互拡散して界面が不明確になっていれば、所望の特性が得られなくなる。

【0004】

そこで、従来においては、界面におけるX線の反射を利用した2法を用いて、スピンバルブ膜等の各層の膜厚及び界面状態を評価して、結果を製造工程へフィードバックすることによって、性能の向上と製造歩留りの向上を図っていた。

【0005】

しかし、2法は界面でのX線の反射強度を利用する手法であるため、界面で構成原子が相互拡散して界面が不明確になっている場合には精度の高い解析が困難であり、また、予期せぬ層が介在していた場合にも、精度の高い解析が困難であった。

【0006】

一方、このような問題を解決する手法として、原子レベルの3次元構造を直接観察する手法として3次元アトムプローブ法が知られており、このアトムプローブ法は針状に鋭角に形成された1 μ m以下の針状試料にパルス状高電界やレーザを照射し、このエネルギーで、表面の原子或いはクラスターを電解蒸発させ2次元位置検出器により試料の3次元原子レベルの構造を観察するものである。

【0007】

しかし、このアトムプローブ法においては、針一箇所での3次元原子レベルの情報のみしかえられず、膜厚の分布等の広い範囲における2次元的情報を一度に入手することができないという問題がある。

【0008】

そこで、本発明者等は、基板上に複数の針状構造物を形成し、個々の針状構造物に引出電極を近接させることによって、個々の針状構造物の3次元原子レベルの情報を取得し、全ての情報を総合することによって、膜厚の分布等の広い範囲における3次元構造組成を解析することを提案している（例えば、特許文献1参照）ので、図8を参照して説明する。

【0009】

図8参照

図8は、3次元構造組成測定装置の概念的構成図であり、Bを局所的にイオン注入したシリコン基板61を主面に垂直な断面が表れるように切断したのち、切断面を研磨し、次いで、研磨面の表面に複数の針状構造物63を形成し、この針状構造物63に引出電極64を近接させて電界蒸発したのちイオン化した構成原子或いはクラスターを印加した電界で引出し、位置敏感検出器65によって、検出するものである。

10

20

30

40

50

【0010】

一つの針状構造物63に対する測定により、まず、2次元情報が得られ、それらを時間的に重ね合わせることによって3次元構造組成情報を取得することができる。

この測定を全ての針状構造物63について行い、得られた全ての情報を総合することによって、イオン注入領域62におけるB濃度分布を得ることができる。

【0011】

このような3次元アトムプローブ法を各種の試料に適用することによって、基板の広い範囲における表面における吸着、表面反応、多層膜の界面構造を評価したり、或いは、材料の点欠陥等のナノオーダーの欠陥等を検出することができ、CPP (Current Perpendicular to the Plane) 型のGMR素子からなるMRヘッドにおける各層の膜厚分布及び界面状態を評価が可能になる。

10

【0012】

しかし、このアトムプローブ法においては、イオン化工程を伴うため、イオン化に伴って電子が基板側に残ることになるが、絶縁層が介在する場合には、電子の逃げ場がなくチャージアップにより継続した測定ができないという問題がある。

【0013】

例えば、 Al_2O_3 膜等からなるリードギャップ層を上下に備えたCIP (Current In the Plane) 型のGMR素子からなるMRヘッドの解析には適用できないという問題がある。

【0014】

さらに、CPP構造のGMR素子の場合にも、中間にトンネル絶縁膜が介在するMTJ (強磁性トンネル接合) 型のGMR素子の場合には、同様に解析が困難であり、このような事情は、GMR素子に限らず、層構造中に絶縁膜を含む各種の試料において共通の問題であった。

20

【0015】

一方、アトムプローブ法において、被分析試料に絶縁層が介在する場合のチャージアップを防止するために集束イオンビーム (FIB) 法を用いて絶縁層を跨ぐ導電性膜を形成して、絶縁層の上下を短絡させることも提案されている (例えば、特許文献2参照)。

【0016】

そこで、このようなFIB法を用いた短絡法と上述の複数の針状構造物を形成する方法を組み合わせることによって、CIP型GMR素子等の中間に絶縁層が介在する多層薄膜試料の解析も可能になる。

30

【特許文献1】特開2004-117287号公報

【特許文献2】特開2001-208659号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

しかし、上記の特許文献1と特許文献2を組み合わせ場合も、試料平面内における密度の高い詳細な分析は困難であるという問題がある。

【0018】

即ち、上記の特許文献1からの明らかなように、引出電極の下端の開口部の直径は50nm程度であるため、50nm以下のピッチで針状構造物を形成した場合、引出電極に対して複数の針状構造物が対向して、検出した粒子がどの針状構造物から飛来したかの判定が困難になる。

40

【0019】

一方、判定の精度を高めるためには、50nm以上のピッチで針状構造物を形成すれば良いが、そうすると観察点がまばらになるので精度の高い2次元解析ができなくなるという問題がある。

【0020】

さらに、仮に、引出電極の下端の開口部の直径を20nm以下に微細化することが可能

50

になったとして、そうすると、測定対象となる針状構造物と引出電極との位置合わせが非常に困難になるという問題がある。

【 0 0 2 1 】

したがって、本発明は、絶縁層が介在する多層薄膜構造の試料の広い範囲内における微細構造組成を高精度に解析することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 2 】

図 1 は本発明の原理的構成図であり、ここで図 1 を参照して、本発明における課題を解決するための手段を説明する。

図 1 参照

上記課題を解決するために、本発明は、絶縁層 3 が介在する多層膜構造からなる凸状構造物 2 を表面側に有する被分析試料 1 の凸状構造物 2 の表面より、外部エネルギー或いは内部エネルギー 8 により凸状構造物 2 を構成する原子或いはクラスタのいずれかからなる粒子 9 を 1 個ずつ外部空間に離脱することにより凸状構造物 2 のナノレベルの構造組成を観察するナノレベル構造組成観察方法において、凸状構造物 2 を複数個設け、観察対象となる凸状構造物 2 のみの上下の導電性部分 4, 5 を集束イオンビーム法を用いた導電性膜 7 の堆積により順次電氣的に短絡させて観察を行うとともに、観察終了後に凸状構造物 2 の上下の導電性部分 4, 5 を短絡させている導電性膜 7 に集束イオンビームを照射して導電性膜 7 の除去を行うことを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

このように、観察対象となる凸状構造物 2 のみの上下の導電性部分 4, 5 を一個一個順次電氣的に短絡させて観察を行うとともに、観察の終了した凸状構造物 2 については電氣的に開放することによって、凸状構造物 2 を高密度に設けた場合にも対象となる上下の導電性部分 4, 5 を短絡させた凸状構造物 2 からのみ粒子 9 が飛来することになるので精度の高い測定が可能になる。

【 0 0 2 4 】

特に、凸状構造物 2 の上下の導電性部分 4, 5 の短絡及び開放を、微細領域の加工が容易な集束イオンビーム 6 法を用いて行っているので、凸状構造物 2 を高密度に設けた場合にも短絡或いは開放の対象となる一個の凸状構造部のみに対して選択的な堆積或いはエッチングが可能になる。

【 0 0 2 5 】

また、引出電極を用いる場合、引出電極の下端の開口部が広くても粒子 9 が飛来してくるのは、凸状構造物 2 の上下の導電性部分 4, 5 が短絡している 1 個の凸状構造物 2 のみであるので、精度の高い測定が可能になり、逆に、開口部が広いことにより観察対象となる凸状構造物 2 に対する位置合わせが容易になる。

【 0 0 2 6 】

この場合、内部エネルギー 8 としては、パルス状高電界よる電界蒸発が典型的なものであり、また、外部エネルギーとしては、パルスレーザー光等のパルス状電磁波が典型的なものである。

【 0 0 2 9 】

また、上記のナノレベル構造組成観察方法によって絶縁層 3 が介在する多層膜構造体のナノレベル構造組成を観察した結果により製造工程を進めたり或いは製造工程にフィードバックすることによって、製品の製造歩留りを向上することができるとともに、製品の性能を向上することができる。

特に、界面状態が特性に大きく影響を与える再生ヘッドを構成する磁気抵抗素子に対して効果的である。

【発明の効果】

【 0 0 3 0 】

本発明においては、絶縁層が介在する多層薄膜構造の広い範囲にわたる 3 次元構造を高密度に形成した凸状構造物によって高精度に解析することが可能になる。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

本発明は、絶縁層が介在する多層膜構造からなる凸状構造物を表面側に有する被分析試料の表面に複数の凸状構造部を形成し、観察対象となる一つの凸状構造物のみの上下の導電性部分をFIB法を用いて導電膜を堆積させて電氣的に短絡させ、凸状構造部に脱離のためのパルス高電圧或いはパルスレーザー光を印加して凸状構造物を構成する原子或いはクラスタのいずれかからなる粒子を1個ずつ外部空間に離脱することにより凸状構造物のナノレベルの構造組成を観察したのち、観察の終了した凸状構造物についてはFIB法を用いて導電膜を除去するとともに、次の観察対象となる一つの凸状構造物のみの上下の導電性部分をFIB法を用いて導電膜を堆積させて電氣的に短絡させて観察を行い、この工程を必要とする数の凸状構造物に対して行うものである。

10

【実施例1】

【0032】

ここで、図2乃至図7を参照して、本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法を説明する。

図2参照

まず、スライダの母体となる、 Al_2O_3 -TiC基板11上に Al_2O_3 膜(図示を省略)を介してNiFe等からなる下部磁気シールド層12を設け、その上に、 Al_2O_3 からなる下部リードギャップ層13を設けたのち、スパッタリング法を用いてスピバルブ膜14を形成する。

20

【0033】

このスピバルブ膜14は、例えば、5nmのTa下地層15、2nmのNiFeフリー層16、1.5nmのCoFeBフリー層17、2.8nmのCu中間層18、2nmのCoFeBピンド層19、13nmのPdPtMn反強磁性層20、及び、6nmのTaキャップ層21からなる。

【0034】

次いで、レジストパターン22をマスクとしてイオンミリングを施すことによって、所定の形状に加工することによってセンス部23を形成し、引き続いて、スパッタリング法を用いてCoCrPtからなる磁区制御膜24を形成する。

図3参照

30

【0035】

次いで、レジストパターン22を除去したのち、3nmのCr膜及び30nmのAu膜からなる電極端子用導電膜を形成し、新たなレジストパターンをマスクとしたイオンミリングを施すことによって電極端子25を形成する。

【0036】

次いで、レジストパターンを除去したのち Al_2O_3 からなる上部リードギャップ層26及びNiFeからなる上部磁気シールド層27を設けることによってMRヘッドの基本構造が完成する。

【0037】

図4参照

40

次いで、ダイシング加工によって、矩形状のチップ28に切り出したのち、各チップ28に対してGaイオン29を用いたFIB法によって、下部リードギャップ層13を貫通して下部磁気シールド層12に達する針状構造物30をマトリクス状に形成することによって、ナノレベル構造組成観察用試料10が完成する。

なお、この場合の針状構造物30のピッチは例えば150nmであり、また、各針状構造物30の柄の部分の直径は100nmで、先端部の直径は50nmである。

【0038】

図5参照

次いで、このナノレベル構造組成観察用試料10をナノレベル構造組成観察装置40内に設けた試料ホルダ42に固定する。

50

このナノレベル構造組成観察装置40は、真空容器41、引出電極43、位置敏感検出器44、引出電源45、及び、パルス高圧電源46を備えるとともに、本発明に特有なFIB源47、及び、原料ガス導入管48が備えられている。

なお、この場合の引出電極43は、上端に直径が8 μ mで下端の直径が5 μ mの開口部を有するW製コーン状中空円筒体からなり、下端を厚さが、例えば、100nmのNi薄膜で塞ぐとともに、その中央部に直径が500nmの孔を設けたものである。

【0039】

図6参照

まず、真空容器41内に原料ガス導入管48から針状構造物30の近傍に向けてW(CO)。ガス49を流すと同時に、観察対象となる特定の一個の針状構造物30の下部磁気シールド層13近傍に向けてFIB源47からGaイオン50を照射することによって下部磁気シールド層12と上部の導電性多層薄膜構造からなるスピバルブ膜14を短絡するように、W膜51を化学気相蒸着する。

10

【0040】

次いで、W膜51を形成した針状構造物30の先端部に引出電極43を近接させ、パルス高圧電源46からのパルス状高電界によって先端部の構成物を電界蒸発させると同時にイオン化し、イオン化した粒子を引出電極43で引出し、引き出した粒子52をナノレベル構造組成観察用試料10と位置敏感検出器44との間に印加された直流電圧によって加速し、位置敏感検出器44で検出する。

【0041】

20

次いで、再び、FIB法を用いて、FIB源47からW膜51に向けてGaイオン50を照射することによって、W膜51をスパッタエッチングすることによって除去し、観察の終了した針状構造物30の下部磁気シールド層12と上部の導電性多層薄膜構造からなるスピバルブ膜14を電氣的に開放状態とする。

なお、図においては、観察を終了した針状構造物30を観察前と同じ大きさで表しているが、実際には、観察時間に応じて電界蒸発して小さくなっており、場合によって針状構造物30の大半が消失する。

【0042】

図7参照

次いで、再び、原料ガス導入管48から針状構造物30の近傍に向けてW(CO)。ガス49を流すと同時に、次の観察対象となる特定の一個の針状構造物30の下部磁気シールド層13近傍に向けてFIB源47からGaイオン50を照射することによって下部磁気シールド層12と上部の導電性多層薄膜構造からなるスピバルブ膜14を短絡するように、W膜51を化学気相蒸着する。

30

以降は、この化学気相蒸着 - 観察 - 除去を必要とする針状構造物30の数だけ繰り返すことによって全体の観察が終了する。

【0043】

このような膜厚及び界面状態に対するナノレベルの3次元組成構造に関する情報取得を、例えば、チップ28の50点以上の部位で実施し、膜組成、界面急峻性が初期設計値以内であるか否かを確認することによって、設計値以内であれば、製品を流し、設計値外であれば、成膜工程或いは、成膜の後の磁化付与のためのアニール工程の処理条件を変更するGO/NOGO試験を行う。

40

【0044】

このように、本発明の実施例1においては、観察した結果を再生ヘッドの製造工程にフィードバックすることによって、高性能の再生ヘッドを安定に製品化することができるとともに、従来に比べ、全体として、歩留りの向上、スループットの短縮、製造単価の低減を図ることができる。

【0045】

以上、本発明の実施例を説明してきたが、本発明は実施例に記載した条件・構成に限られるものではなく、各種の変更が可能であり、例えば、各実施例に記載した多層薄膜構造

50

は単なる一例にすぎず、解析対象となるデバイスの多層薄膜構造に応じて適宜変更されるものである。

【0046】

また、上記の実施例においては、短絡させる導電膜をW膜としているが、W膜に限られるものではなく、W膜と同様にFIB法によって成膜可能なC(炭素)膜を用いても良いものであり、C膜を用いる場合には、 $C_{14}H_{10}$ 等の炭化水素ガスを流した状態でGaイオンを照射すれば良い。

【0047】

また、上記実施例においては、電界蒸発及びイオン化に際して電圧しか印加していないものの、パルス電圧に同期させてレーザー光等のパルス電磁波を印加しても良いものであり、電磁波によるパルス電磁界により試料先端部における電界蒸発を容易に引き起こすことができ、特に、先端部のサイズが大きい場合に効果的である。

10

【0048】

さらには、蒸発及びイオン化に際して、電界を印加することなく、レーザー光等のパルス電磁波のみで行っても良いものである。

【0049】

また、上記実施例においては、観察終了後に上下の導電性領域を短絡させている導電性膜をFIBによって除去して開放しているが、観察に伴って凸状構造物全体が電界蒸発していくので、観察終了後に導電性膜をFIBによって除去する必要は必ずしもないものである。

20

【0050】

ここで再び図1を参照して、本発明の詳細な特徴を改めて説明する。

再び、図1参照

(付記1) 絶縁層3が介在する多層膜構造からなる凸状構造物2を表面側に有する被分析試料1の前記凸状構造物2の表面より、外部エネルギー或いは内部エネルギー8により前記凸状構造物2を構成する原子或いはクラスタのいずれかからなる粒子9を1個ずつ外部空間に離脱することにより前記凸状構造物2のナノレベルの構造組成を観察するナノレベル構造組成観察方法において、前記凸状構造物2を複数個設け、観察対象となる凸状構造物2のみの上下の導電性部分4,5を集束イオンビーム法を用いた導電性膜の堆積により順次電的に短絡させて観察を行うとともに、観察終了後に前記凸状構造物の上下の導電性部分を短絡させている前記導電性膜に集束イオンビームを照射して前記導電性膜の除去を行うことを特徴とするナノレベル構造組成観察方法。

30

(付記2) 上記観察対象となる凸状構造物2に引出電極を近接させて前記凸状構造物2の表面から離脱した粒子9を、引出電極に設けた開口部を介して引き出すことを特徴とする付記1に記載のナノレベル構造組成観察方法。

(付記3) 上記内部エネルギー8の印加が、パルス状高電界の印加であることを特徴とする付記1または付記2に記載のナノレベル構造組成観察方法。

(付記4) 上記外部エネルギーの印加が、パルス状電磁波の印加であることを特徴とする付記1または付記2に記載のナノレベル構造組成観察方法。

(付記5) 付記1乃至付記4のいずれか1に記載のナノレベル構造組成観察方法によって絶縁層3が介在する多層膜構造体のナノレベル構造組成を観察したのち、観察結果が設計許容値の範囲内か否かによって製造工程の進行を決定することを特徴とする絶縁層3が介在する多層膜構造体の製造方法。

40

(付記6) 付記1乃至付記4のいずれか1に記載のナノレベル構造組成観察方法によって絶縁層3が介在する多層膜構造体のナノレベル構造組成を観察したのち、観察結果により決定した許容できる範囲の好適製造条件を絶縁層3が介在する多層膜構造体の製造工程にフィードバックして反映させることを特徴とする絶縁層3が介在する多層膜構造体の製造方法。

(付記7) 上記絶縁層3が介在する多層膜構造体が、再生ヘッドを構成する磁気抵抗素子であることを特徴とする付記5または付記6に記載の絶縁層3が介在する多層膜構造

50

体の製造方法。

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明の活用例としては、再生ヘッドを構成するGMR素子が典型的なものであるが、再生ヘッドに限られるものではなく、MISFETにおけるゲート絶縁膜の界面近傍の組成構造や界面状態等が問題となる半導体素子のナノレベル構造組成の解析方法等にも適用されるものであり、少なくとも絶縁層が介在する多層構造膜の解析に適用されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0052】

10

【図1】本発明の原理的構成の説明図である。

【図2】本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の途中までの工程の説明図である。

【図3】本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図2以降の途中までの工程の説明図である。

【図4】本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図3以降の途中までの工程の説明図である。

【図5】本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図4以降の途中までの工程の説明図である。

【図6】本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図5以降の途中までの工程の説明図である。

20

【図7】本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図6以降の工程の説明図である。

【図8】3次元構造組成測定装置の概念的構成図である。

【符号の説明】

【0053】

- 1 被分析試料
- 2 凸状構造物
- 3 絶縁層
- 4 導電性部分
- 5 導電性部分
- 6 集束イオンビーム
- 7 導電性膜
- 8 内部エネルギー
- 9 粒子
- 10 ナノレベル構造組成観察用試料
- 11 Al_2O_3 -TiC基板
- 12 下部磁気シールド層
- 13 下部リードギャップ層
- 14 スピンバルブ膜
- 15 Ta下地層
- 16 NiFeフリー層
- 17 CoFeBフリー層
- 18 Cu中間層
- 19 CoFeBピンド層
- 20 PdPtMn反強磁性層
- 21 Taキャップ層
- 22 レジストパターン
- 23 センス部
- 24 磁区制御膜

30

40

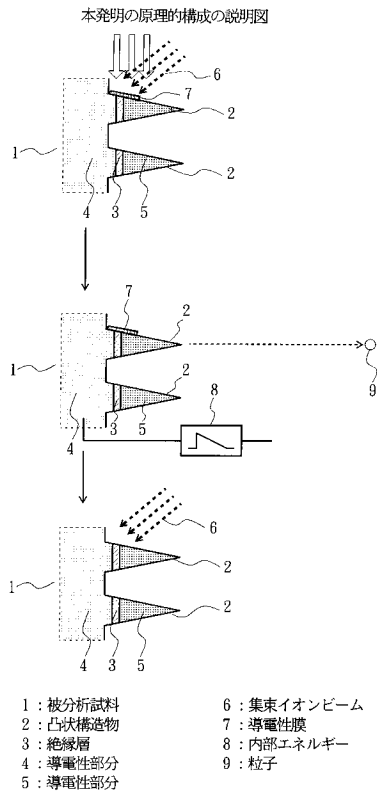
50

- 2 5 電極端子
- 2 6 上部リードギャップ層
- 2 7 上部磁気シールド層
- 2 8 チップ
- 2 9 G a イオン
- 3 0 針状構造物
- 4 0 ナノレベル構造組成観察装置
- 4 1 真空容器
- 4 2 試料ホルダ
- 4 3 引出電極
- 4 4 位置敏感検出器
- 4 5 引出電源
- 4 6 パルス高圧電源
- 4 7 F I B 源
- 4 8 原料ガス導入管
- 4 9 W (C O) ₆ ガス
- 5 0 G a イオン
- 5 1 W 膜
- 5 2 粒子
- 6 1 シリコン基板
- 6 2 イオン注入領域
- 6 3 針状構造物
- 6 4 引出電極
- 6 5 位置敏感検出器

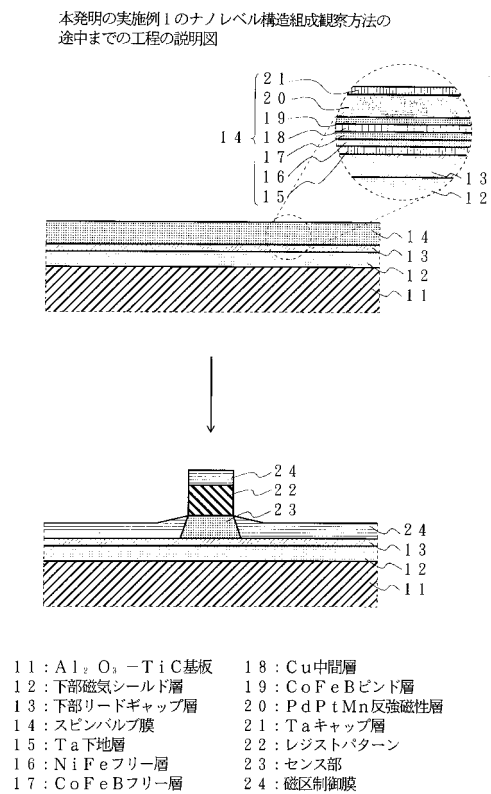
10

20

【 図 1 】

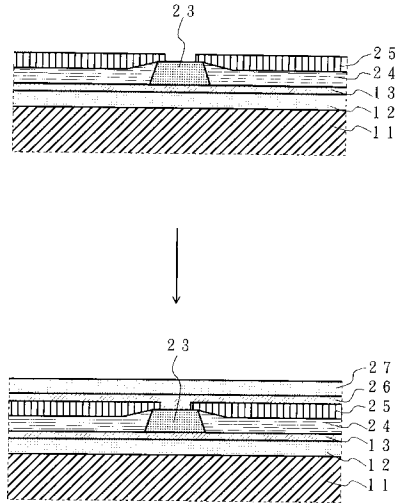


【 図 2 】



【図3】

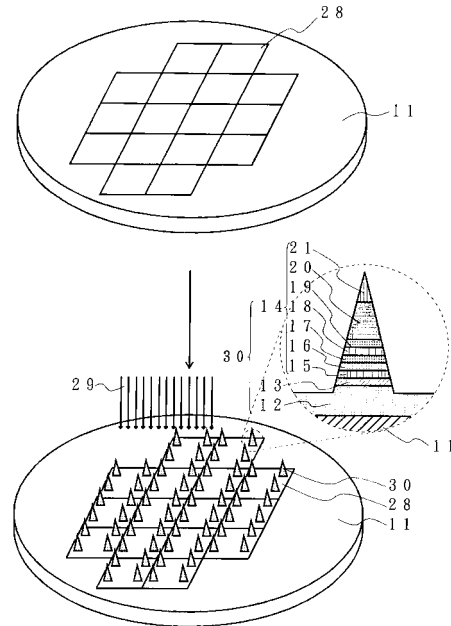
本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図2以降の途中までの工程の説明図



- 11: Al_2O_3-TiC 基板
- 12: 下部磁気シールド層
- 13: 下部リードギャップ層
- 23: センス部
- 24: 磁区制御膜
- 25: 電極端子
- 26: 上部リードギャップ層
- 27: 上部磁気シールド層

【図4】

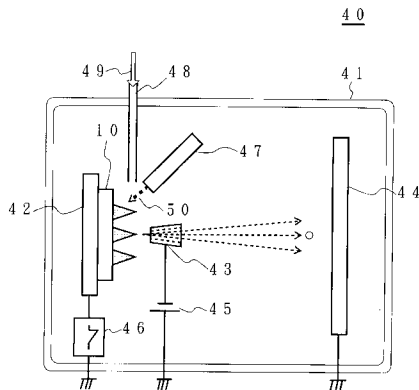
本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図3以降の途中までの工程の説明図



- 11: Al_2O_3-TiC 基板
- 12: 下部磁気シールド層
- 13: 下部リードギャップ層
- 14: スピンドル膜
- 15: Ta下地層
- 16: NiFeフリー層
- 17: CoFeBフリー層
- 18: Cu中間層
- 19: CoFeBピンド層
- 20: PdPtMn反強磁性層
- 21: Taキャップ層
- 28: チップ
- 29: Gaイオン
- 30: 針状構造物

【図5】

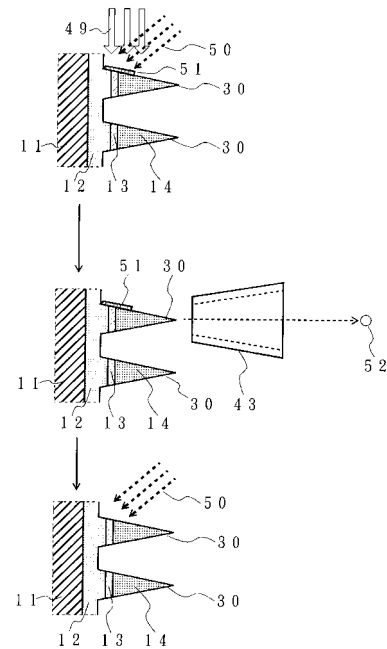
本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図4以降の途中までの工程の説明図



- 10: ナノレベル構造組成観察用試料
- 40: ナノレベル構造組成観察装置
- 41: 真空容器
- 42: 試料ホルダ
- 43: 引出電極
- 44: 位置敏感検出器
- 45: 引出電源
- 46: パルス高圧電源
- 47: FIB源
- 48: 原料ガス導入管
- 49: W(CO)₆
- 50: Gaイオン

【図6】

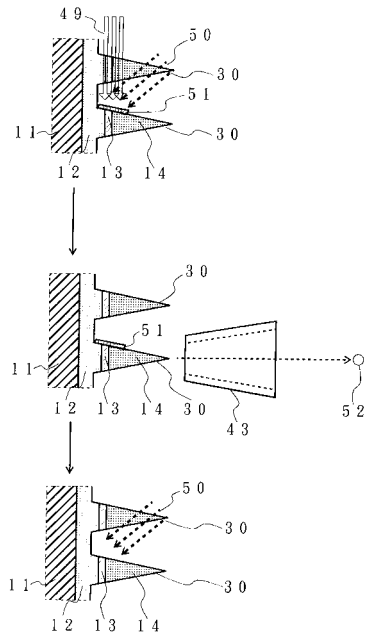
本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図5以降の途中までの工程の説明図



- 11: Al_2O_3-TiC 基板
- 12: 下部磁気シールド層
- 13: 下部リードギャップ層
- 14: センサ部
- 30: 針状構造物
- 43: 引出電極
- 49: W(CO)₆
- 50: Gaイオン
- 51: W膜
- 52: 粒子

【図7】

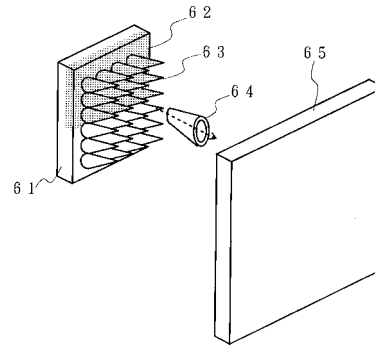
本発明の実施例1のナノレベル構造組成観察方法の図6以降の工程の説明図



- | | |
|---|------------------------|
| 11: Al ₂ O ₃ -TiC基板 | 43: 引出電極 |
| 12: 下部磁気シールド層 | 49: W(CO) ₆ |
| 13: 下部リードギャップ層 | 50: Gaイオン |
| 14: センサ部 | 51: W膜 |
| 30: 針状構造物 | 52: 粒子 |

【図8】

3次元構造組成測定装置の概念的構成図



- | | |
|-------------|-------------|
| 61: シリコン基板 | 64: 引出電極 |
| 62: イオン注入領域 | 65: 位置敏感検出器 |
| 63: 針状構造物 | |

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 43/12 (2006.01) H 0 1 L 29/78 3 0 1 T
B 8 2 Y 35/00 (2011.01) H 0 1 L 43/12
B 8 2 Y 35/00

(72)発明者 福田 真大
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 長井 真一

(56)参考文献 特開2004-117287(JP,A)
特開2001-208659(JP,A)
特開2003-042929(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 J 3 7 / 2 8 5
B 8 2 B 1 / 0 0 - 3 / 0 0
G 0 1 N 1 / 2 8 - 1 / 3 2 , 2 3 / 2 2
H 0 1 L 2 9 / 7 8 , 4 3 / 1 2
J S T P l u s (J D r e a m I I)