

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 6 部門第 1 区分  
 【発行日】平成 28 年 6 月 2 日 (2016.6.2)

【公表番号】特表 2015-513109 (P2015-513109A)  
 【公表日】平成 27 年 4 月 30 日 (2015.4.30)  
 【年通号数】公開・登録公報 2015-029  
 【出願番号】特願 2015-505678 (P2015-505678)  
 【国際特許分類】

G 0 1 R 33/04 (2006.01)

G 0 1 R 15/18 (2006.01)

【F I】

G 0 1 R 33/04

G 0 1 R 15/18 B

【手続補正書】  
 【提出日】平成 28 年 4 月 7 日 (2016.4.7)  
 【手続補正 1】  
 【補正対象書類名】特許請求の範囲  
 【補正対象項目名】全文  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【特許請求の範囲】  
 【請求項 1】

外部磁界を測定するための磁力計であって、

前記外部磁界に応じて測定可能な磁気抵抗特性を有する少なくとも 1 つのコアであって、  
 、前記外部磁界の値は少なくとも約 7 T 以下であるコアと、

前記コアまたは前記コアの少なくとも 1 つの近傍または周囲に設けられた少なくとも 1 つの励磁コイルであって、交流によって駆動され、AC サイクル部分の間に前記コアの磁化を部分的に飽和させるように構成された励磁コイルと、

前記コアおよび前記励磁コイルの少なくとも一部の近傍または周囲に設けられた少なくとも 1 つのピックアップコイルであって、少なくとも前記外部磁界が存在する状態において生じた信号を伝送するように構成されたピックアップコイルと、  
 を備え、

前記生じた信号は前記外部磁界に応じて測定可能である、磁力計。

【請求項 2】

前記コアは、ナノ粒子を含む高透磁性の超常磁性磁気抵抗材料を有しており、

該材料は、負の磁気抵抗の電子スピン極性を示し、

該磁気抵抗は、動作温度の範囲にわたって前記ナノ粒子間のスピントンネルから発生する、請求項 1 に記載の磁力計。

【請求項 3】

複数のピックアップコイルを備え、

各ピックアップコイルは、前記コアおよび前記励磁コイルの異なる部分の近傍または周囲に設けられる、請求項 1 または 2 に記載の磁力計。

【請求項 4】

前記コアに電氣的に接続され、該コアの磁気抵抗を測定するための一対の電極を備える、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の磁力計。

【請求項 5】

前記外部磁界を表す電位差を生じさせるために、前記電極はホイートストンブリッジに電氣的に接続されている、請求項 4 に記載の磁力計。

## 【請求項 6】

前記コアに電氣的に接続された二対以上の電極を備え、

該二対以上の電極は、前記外部磁界の磁界勾配を測定するように構成され、および／または、前記電極の各対または少なくとも一対は、前記コアの磁気抵抗を測定するように構成されている、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の磁力計。

## 【請求項 7】

コントローラを備え、該コントローラは、

前記コアからの磁気抵抗の測定値を受信し、

前記ピックアップコイルに生じた信号の測定値を受信し、

前記磁気抵抗の測定値、および／または、前記ピックアップコイルに生じた信号の測定値に基づいて前記外部磁界を決定するように構成されている、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の磁力計。

## 【請求項 8】

前記コントローラは、前記外部磁界が少なくとも 1 つのコアを飽和させるのに十分高い場合に、少なくとも前記磁気抵抗の測定値に基づいて前記外部磁界を決定するように構成されている、請求項 7 に記載の磁力計。

## 【請求項 9】

前記コントローラは、前記外部磁界が前記コアを実質的に飽和させない場合に、少なくとも前記ピックアップコイルに生じた信号の測定値に基づいて前記外部磁界を決定するように構成されている、請求項 7 に記載の磁力計。

## 【請求項 10】

前記コントローラは、前記ピックアップコイルに生じた信号の測定値の感度が閾値より低い場合に、少なくとも前記磁気抵抗の測定値に基づいて前記外部磁界を決定するように構成されている、請求項 7 ～ 9 のいずれかに記載の磁力計。

## 【請求項 11】

前記閾値は、少なくとも 1 つのコアを飽和させる磁界よりも低い、請求項 10 に記載の磁力計。

## 【請求項 12】

前記コントローラは、マルチプレクサ回路を備え、該マルチプレクサ回路は、

前記磁気抵抗に基づく外部磁界の測定値と、前記ピックアップコイルに生じた信号の測定値の感度に基づく外部磁界の測定値との一方を出力するように構成されている、請求項 7 ～ 11 のいずれかに記載の磁力計。

## 【請求項 13】

請求項 1 に記載の磁力計を用いて外部磁界を測定する方法であって、

(a) 所定の磁界閾値よりも低い外部磁界を測定するために、前記ピックアップコイルからの信号を用いるステップと、

(b) 前記所定の磁界閾値よりも高い外部磁界を測定するために、前記コアの前記磁気抵抗を用いるステップであって、前記外部磁界の値は少なくとも約 7 T 以下であるステップと、  
を有する方法。

## 【請求項 14】

前記所定の磁界閾値は、前記ピックアップコイルの飽和領域であり、該飽和領域は、前記ピックアップコイルからの信号の応答が飽和し始める領域であり、前記ピックアップコイルからの信号は、前記飽和領域までは、実質的に線形および非線形の応答を有する、請求項 13 に記載の方法。

## 【請求項 15】

前記所定の磁界閾値は約 1 . 5 m T である、請求項 14 に記載の方法。

## 【請求項 16】

前記所定の磁界閾値は、非線形領域であり、該非線形領域は、前記ピックアップコイルからの信号が実質的に線形応答から非線形応答に切り替わる領域である、請求項 13 に記

載の方法。

【請求項 17】

前記ピックアップコイルからの信号は、約 0.5 mT 以下では非線形性が 1 % 未満の線形であり、前記所定の磁界閾値は約 0.5 mT である、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

ステップ (a) は、約 0.1 nT 以上の外部磁界の値を測定するために、前記ピックアップコイルからの信号を用いるステップを有する、請求項 13 ~ 17 のいずれかに記載の方法。

【請求項 19】

請求項 1 に記載の磁力計を組み立てる方法であって、

(a) 電極を少なくとも 1 つの磁気抵抗性のコアに電氣的に接続するステップと、

(b) 少なくとも 1 つの励磁コイルを、前記コアの少なくとも一部の近傍または周囲に巻きつけるステップと、

(c) 少なくとも 1 つのピックアップコイルを前記励磁コイルおよび前記コアの近傍または周囲に巻きつけるステップと、  
を有する方法。

【請求項 20】

少なくとも 1 つの磁気抵抗性のコアは、ナノ粒子を含む高透磁性の超常磁性磁気抵抗材料を有しており、

該材料は、負の磁気抵抗の電子スピン極性を示し、

該磁気抵抗は、動作温度の範囲にわたってナノ粒子間のスピントンネルから発生する、  
請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

磁気抵抗性のコアを複数積層して、コアの柱を形成するステップをさらに有する、請求項 19 または 20 に記載の方法。

【請求項 22】

ステップ (a) は、前記コアの柱の実質的に中央にあるコアに、電極を電氣的に接続するステップを有する、請求項 21 に記載の方法。

【請求項 23】

ステップ (a) は、前記コアの柱の一端にあるコアに、電極を電氣的に接続するステップを有する、請求項 21 または 22 に記載の方法。

【請求項 24】

ステップ (a) は、前記コアの柱の対向する両端にあるコアに、電極を電氣的に接続するステップを有する、請求項 21 ~ 23 のいずれかに記載の方法。

【請求項 25】

前記コアは、ナノ粒子を含む磁気抵抗性の膜を有する、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 26】

ステップ (a) は、前記電極をホイートストンブリッジに電氣的に接続するステップを有し、

前記ホイートストンブリッジは、前記外部磁界を表す電位差を生じさせるように構成されている、請求項 19 ~ 25 のいずれかに記載の方法。

【請求項 27】

ステップ (a) は、複数対の電極を前記コアに電氣的に接続するステップを有し、

前記複数対の電極は、前記外部磁界の磁界勾配を測定するように構成され、および / または、前記電極の各対または少なくとも一対は、前記コアの磁気抵抗を測定するように構成されている、請求項 19 ~ 26 のいずれかに記載の方法。

【請求項 28】

前記電極および前記ピックアップコイルをコントローラに電氣的に接続するステップをさらに有し、前記コントローラは、

前記コアからの磁気抵抗の測定値を受信し、

前記ピックアップコイルに生じた信号の測定値を受信し、

前記磁気抵抗の測定値、および／または、前記ピックアップコイルに生じた信号の測定値に基づいて前記外部磁界を決定する

ように構成されている、請求項 1 9 ~ 2 7 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 9】

請求項 1 に記載の磁力計を組み立てる方法であって、

( a ) 超常磁性のナノ粒子を含む少なくとも 1 つの基板上に、絶縁層によって分離された平面状のコイルの形態で、異なる金属層を堆積するステップと、

( b ) 超常磁性のナノ粒子を含む前記基板に、電極を電氣的に接続するステップと、を有する方法。

【請求項 3 0】

前記電極は、磁気抵抗を測定するように構成され、

前記平面状のコイルの 1 つは、ピックアップコイルであり、

前記磁気抵抗、および前記ピックアップコイルによって伝送される信号は、外部磁界に応じて測定可能である、請求項 2 9 に記載の方法。

【請求項 3 1】

ステップ ( a ) は、前記電極をホイートストンブリッジに電氣的に接続するステップを有し、

前記ホイートストンブリッジは、外部磁界を表す電位差を生じさせるように構成されている、請求項 2 9 または 3 0 に記載の方法。

【請求項 3 2】

ステップ ( a ) は、複数対の電極を前記コアに電氣的に接続するステップを有し、

前記複数対の電極は、前記外部磁界の磁界勾配を測定するように構成され、および／または、前記電極の各対または少なくとも一対は、超常磁性のナノ粒子を含む前記基板の磁気抵抗を測定するように構成されている、請求項 2 9 ~ 3 1 のいずれかに記載の方法。

【請求項 3 3】

前記電極および少なくとも 1 つの平面状のコイルをコントローラに電氣的に接続するステップをさらに有し、前記コントローラは、

前記コアからの磁気抵抗の測定値を受信し、

前記外部磁界が存在することによって前記少なくとも 1 つの平面状のコイルに生じた信号の測定値を受信し、

前記磁気抵抗の測定値、および／または、前記平面状のコイルに生じた信号の測定値に基づいて前記外部磁界を決定する

ように構成されている、請求項 2 9 ~ 3 2 のいずれかに記載の方法。

【請求項 3 4】

ステップ ( a ) は、

平面状の励磁コイルおよび平面状のピックアップコイルを異なる基板上に配置するステップと、

前記平面状の励磁コイルおよび平面状のピックアップコイルを、超常磁性のナノ粒子を含む前記基板に実装するステップと、

をさらに有する、請求項 2 9 ~ 3 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 3 5】

請求項 1 9 ~ 3 4 のいずれかに記載の方法によって組み立てられた磁力計。