

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016年7月28日 (28.07.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/115995 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01B 7/30 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/070743
- (22) 国际申请日: 2016年1月13日 (13.01.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510027890.X 2015年1月20日 (20.01.2015) CN
- (71) 申请人: 江苏多维科技有限公司 (MULTIDIMENSION TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省张家港保税区广东路7号, Jiangsu 215634 (CN)。
- (72) 发明人: 迪克·詹姆斯·G (DEAK, James Geza); 中国江苏省张家港保税区广东路7号, Jiangsu 215634 (CN)。
- (74) 代理人: 广州三环专利代理有限公司 (SCIHEAD PATENT AGENT CO., LTD.); 中国广东省广州市越秀区先烈中路80号汇华商贸大厦1508室, Guangdong 510070 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: MAGNETORESISTANCE ANGLE SENSOR FOR STRONG MAGNETIC FIELD ERROR CALIBRATION AND CALIBRATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 强磁场误差校准的磁电阻角度传感器及其校准方法

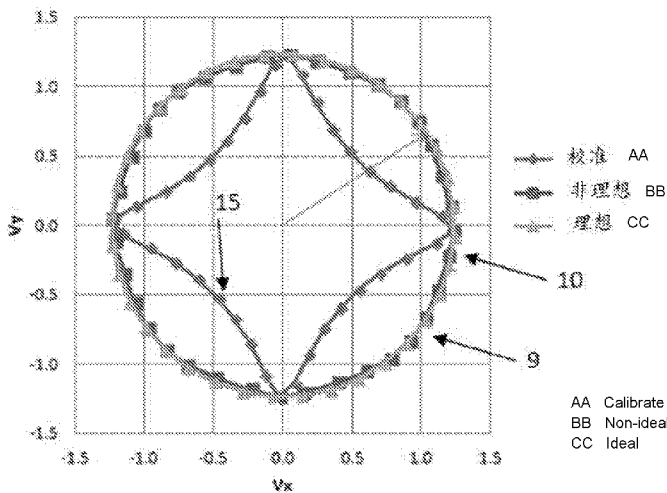


图 15A

$\sqrt{2}$ (1)

(57) Abstract: A biaxial magnetoresistance angle sensor (1) and a calibration method for a magnetic field error, comprising: two homotaxial magnetoresistance angle sensors for detecting an external magnetic field in the X-axial direction and the Y-axial direction that are perpendicular to each other, an element for calculating vector amplitudes of voltage outputs of the homotaxial magnetoresistance angle sensors along the X axis and the Y axis in real time, an element for calculating a difference between a known calibration vector amplitude and a measured vector amplitude, an element for dividing the difference by (I) to calculate a signal error, an element for adding the signal error to the X-axial output and the Y-axial output respectively or subtracting the signal error from the X-axial output and the Y-axial output to calculate calibrated output signals of the X-axis and the Y-axis, and an element for calculating an arc tangent of a factor obtained by dividing the calibrated Y-axis output signal by the calibrated X-axis output signal to calculate a rotating angle of the external magnetic field. The calibration method for a magnetic field error is applied to the biaxial magnetoresistance angle sensor, so that the measurement error is reduced, the magnetic field application range is expanded, and the measurement precision in a high magnetic field is improved.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2016/115995 A1



一种双轴磁电阻角度传感器(1)及磁场误差校准方法,包括两个检测沿相互垂直的X-轴和Y-轴方向外加磁场的单轴磁电阻角度传感器,实时计算单轴磁电阻角度传感器的沿X-轴和Y-轴的电压输出的矢量幅度的元件,计算已知的校准矢量幅度和测量的矢量幅度的差别的元件,将差别用(I)相除以计算信号误差的元件,分别将所述信号误差加入到所述X-轴输出和Y-轴输出或从其中减去以计算校准的X-轴和Y-轴的输出信号的元件,计算校准的Y-轴输出信号除以校准的X-轴的输出信号所得的商的反正切以计算所述外加磁场的旋转角度的元件。将该磁场误差校准方法应用在双轴磁电阻角度传感器中,降低了测量误差、扩大了磁场应用范围并提高了其在高磁场中的测量精度。

强磁场误差校准的磁电阻角度传感器及其校准方法

技术领域

【0001】本发明涉及在强磁场下使用的双轴磁电阻角度传感器的输出误差的校准。

背景技术

【0002】磁电阻传感器和旋转磁体相结合提供了用于各种汽车，工业和消费产品的旋转轴的方向的非接触式测量的一个有吸引力的手段。在现有技术中有许多不同类型的磁角度传感器，用于测量磁场的方向。不幸的是，它们都存在在本领域中公知的问题，例如，过大的尺寸，灵敏度不足，动态范围不足，高成本，低可靠性，以及其他问题。因此，仍然有必要对磁电阻角度传感器进一步地改进以设计具有高性能的磁电阻角度传感器，特别是可以与集成电路和现有制造方法很容易地结合使用的磁电阻角度传感器。

【0003】当外加磁场增加时，GMR 或 TMR 磁电阻角度传感器的钉扎层的可能取得的有限值导致了增加的输出的误差是本领域的公知常识。其原因是所施加的外磁场造成被钉扎层的磁化方向的轻微的移动。为解决此问题，本发明提出了一个校正算法。本算法应用于双轴 TMR/ GMR 角度传感器时，大大降低了和外加磁场强度强烈相关的测量误差。新算法包括简单的数学和简单的一次性校准，扩大了双轴 TMR/ GMR 磁电阻角度传感器的磁场应用范围并极大地提高了其在高磁场中的测量的精度。

发明内容

【0004】为了解决以上问题，本发明提供一种双轴磁电阻角度传感器，包括两个检测沿相互垂直的 X-轴和 Y-轴方向外加磁场的正交单轴磁电阻角度传感器，

实时计算所述单轴磁电阻角度传感器的沿 X-轴和 Y-轴的电压输出的测量的矢量幅度的元件，

计算已知的校准矢量幅度和所述测量的矢量幅度的差值的元件，

将所述的差值用 $\sqrt{2}$ 相除以计算出信号误差的元件，

分别将所述信号误差加入到所述 X-轴输出和 Y-轴输出或从其中减去以计算校准的 X-轴输出信号和校准的 Y-轴的输出信号的元件，

计算校准的 Y-轴输出信号除以校准的 X-轴的输出信号的商的反正切以计算所述外加磁场的旋转角度的元件。

【0005】所述沿 X-轴输出和 Y-轴输出分别是偏移校准的 X-轴电压输出和偏移校准的 Y-轴电压输出，将第一偏移校准值从所述 X-轴电压输出减去获得所述偏移校准的 X-轴电压输出；将第二偏移校准值从所述 Y-轴电压输出减去获得所述的偏移校准的 Y-轴电压输出。

【0006】所述沿 X-轴电压输出被第一已知的矢量幅度校准值相除，所述沿 Y-轴电压输出被第二已知的矢量幅度校准值相除，并且所述第一已知的矢量幅度校准值和第二已知的矢量幅度校准值设定为 1。

【0007】所述偏移校准的 X-轴电压输出被第一已知的矢量幅度校准值相除，所述偏移校准的 Y-轴电压输出被第二已知的矢量幅度校准值相除，并且所述第一已知的矢量幅度校准值和第二已知的矢量幅度校准值设定为 1。

【0008】所述每一个单轴磁电阻角度传感器均为 GMR 自旋阀或 TMR 传感器。

【0009】所述双轴磁电阻角度传感器还包括温度感应传感器。

【0010】所述温度传感器产生的温度信号用来相对于温度计算线性扩展峰值、所述偏移校准值和/或矢量幅度校准值。

【0011】两个正交的所述 X-轴单轴磁电阻传感器和 Y-轴单轴磁电阻传感器的电压输出的最大振幅近似相等。

【0012】已知的校准矢量幅度为

$$V_p = \{Max[V_x(\theta, H)] - Min[V_x(\theta, H)] + Max[V_y(\theta, H)] - Min[V_y(\theta, H)]\} / 4。$$

【00013】所述第一偏移校准值是 $V_{ox} = \{Max[V_{\cos}(\theta, H)] + Min[V_{\cos}(\theta, H)]\} / 2$ ，所述第二偏移校准值是 $V_{oy} = \{Max[V_{\sin}(\theta, H)] + Min[V_{\sin}(\theta, H)]\} / 2$ 。

【00014】所述双轴磁电阻角度传感器还包括储存偏移值和最大振幅的校准常数的元件，所述的最大振幅的校准常数是由每一个单轴磁电阻角度传感器在所述外加磁场旋转一个

360 度时得到的最大和最小峰值计算而来，所述双轴磁电阻角传感器只需储存所述的峰值和所述每一个单轴磁电阻传感器用于校准的所述偏移值。

【00015】相应地，本发明还提供了一种磁电阻角度传感器磁场测量误差校准方法，包括：

通过两个正交的单轴磁电阻角度传感器检测沿相互垂直的 X-轴和 Y-轴方向的外加磁场；

实时计算所述磁电阻角度传感器的沿 X-轴和 Y-轴的电压输出的测量的矢量幅度；

计算已知的校准矢量幅度和所述测量的矢量幅度的差值；

将所述的差值用 $\sqrt{2}$ 相除以计算出信号误差；

分别将所述信号误差加入到所述 X-轴输出和 Y-轴输出或从其中减去以计算校准的 X-轴输出信号和校准的 Y-轴的输出信号；

计算校准的 Y-轴输出信号除以校准的 X-轴的输出信号所得的商的反正切以计算所述外加磁场的旋转角度。

【0016】所述沿 X-轴输出和 Y-轴输出分别是偏移校准的 X-轴电压输出和偏移校准的 Y-轴电压输出，将第一偏移校准值从所述 X-轴电压输出减去获得所述偏移校准的 X-轴电压输出；将第二偏移校准值从所述 Y-轴电压输出减去获得所述的偏移校准的 Y-轴电压输出。

【0017】所述沿 X-轴电压输出被第一已知的矢量幅度校准值相除，所述沿 Y-轴电压输出被第二已知的矢量幅度校准值相除，并且所述第一已知的矢量幅度校准值和第二已知的矢量幅度校准值设定为 1。

【0018】所述偏移校准的 X-轴电压输出被第一已知的矢量幅度校准值相除，所述偏移校准的 Y-轴电压输出被第二已知的矢量幅度校准值相除，并且所述第一已知的矢量幅度校准值和第二已知的矢量幅度校准值设定为 1。

【0019】所述峰值、所述偏移校准值和/或矢量幅度校准值相对于温度线性扩展。

【0020】所述两个正交的 X-轴单轴磁电阻传感器和 Y-轴单轴磁电阻传感器的电压输出的最大振幅近似相等。

【0021】所述已知的校准矢量幅度为

$$V_p = \{Max[V_x(\theta, H)] - Min[V_x(\theta, H)] + Max[V_y(\theta, H)] - Min[V_y(\theta, H)]\} / 4。$$

【0022】所述第一偏移校准值是 $V_{ox} = \{Max[V_{\cos}(\theta, H)] + Min[V_{\cos}(\theta, H)]\} / 2$ ，所述第二偏移校准值是 $V_{oy} = \{Max[V_{\sin}(\theta, H)] + Min[V_{\sin}(\theta, H)]\} / 2$ 。

【0023】储存偏移值和最大振幅的校准常数，所述的最大振幅的校准常数是由在每一个单轴磁电阻角度传感器在所述外加磁场旋转一个 360 度时得到的最大和最小峰值计算而来，所述磁电阻角度传感器只需储存所述的峰值和所述每一个单轴磁电阻传感器用于校准的所述偏移值。

【0024】由于以上技术方案，本发明的有益效果为：本发明将校正算法应用在双轴磁电阻角度传感器中，大大降低了和外加磁场强度强烈相关的测量误差，扩大了双轴磁电阻角度传感器的磁场应用范围并极大地提高了其在强磁场中的测量的精度。

附图说明

【0025】图 1 为磁电阻角度传感器的工作原理。

【0026】图 2A 为双轴磁电阻角度传感器 1 的理想电压输出曲线。

【0027】图 2B 为双轴磁电阻角度传感器 1 由 X-轴输出和 Y-轴输出作图得到的理想 XY-曲线图。

【0028】图 3A 为双轴磁电阻角度传感器 1 的非理想的电压输出曲线。

【0029】图 3B 为双轴磁电阻角度传感器 1 由 X-轴输出对 Y-轴输出作图得到的非理想 XY-曲线图。

【0030】图 4A 为不同外加磁场的强度对双轴磁电阻角度传感器 1 的 X-轴输出对 Y-轴输出作图得到的 XY-曲线的影响。

【0031】图 4B 为在不同外加磁场的强度下测得的双轴角度传感器 1 的输出的最大误差。

【0032】图 5 为一个曲线图，展示了在所有 GMR/ TMR 角度传感器观察到的共同效果。

【0033】图 6 为 MTJ(隧道磁阻结)元件的示意图。

【0034】图 7 为一个示意图解释由所施加的外磁场而产生的钉扎层的移动。

【0035】图 8A 为当外加磁场相对于钉扎层的角度为 33° 时的最大误差 XY-曲线。

【0036】图 8B 为当外加磁场相对于钉扎层的角度为 33° 时，在不同的磁场强度 HPS 下计算得到的由于钉扎层移动引起的最大误差。

【0037】图 9 表明非理想输出波形的幅度等于或小于理想输出的波形的幅度。

【0038】图 10 示出了双轴的幅度和单轴误差的比较。

【0039】图 11 为单轴输出误差以双轴幅值误差为函数作图，表明单轴误差和双轴幅度误差之间成比例。

【0040】图 12 的曲线图表明的角度传感器的非理想输出可以通过将测得的双轴幅度误差加回非理想的变形的波形，从而对非理想输出进行校正。

【0041】图 13A 为在几个不同强度的外加磁场中由没有校准的 X 轴输出对 Y 轴输出作图得到的 XY-曲线。

【0042】图 13B 在几个不同的外加磁场强度下由校正的沿 X 轴的输出与 Y 轴输出作图得到的 XY-曲线，表明了输出误差可以被校正。

【0043】图 13C 显示了校正后的角度误差比原始误差小很多。

【0044】图 14 显示该算法在输出变化超过 10% 时，依然有效，这表明所述校正算法应该是对温度变化不敏感。

【0045】图 15A-C 表明本算法用于校准高度扭曲的输出时可以使误差降低 3 倍。

【0046】图 16 为一种双轴磁电阻角度传感器的设计。

【0047】图 17 为另一种双轴磁电阻角度传感器的设计。

具体实施方式

【0048】图 1 为双轴磁电阻角度传感器 1 工作原理示意简图。双轴的磁电阻角度传感器 1 包括两个相对彼此旋转 90° 的单轴磁电阻角度传感器，以便分别沿 X 轴和 Y 轴测量磁场的强度。其中之一用于测量余弦波形被称为余弦传感器，另一个用于测量正弦波形被称为正弦传感器。磁电阻 (MR) 角度传感器 1 被放置在由磁铁 3 产生的一个旋转磁场 2 中，通过检测双轴磁电阻角度传感器 1 的电阻变化，双轴磁电阻角度传感器 1 可以测量磁铁 3 的旋转角度。前述的双轴磁电阻角度传感器 1 的电阻变化呈正余弦波规律变化。

【0049】图 2A 为双轴磁电阻角度传感器 1 的正余弦输出曲线。双轴磁电阻角度传感器 1 的输出对旋转磁场 2 的旋转角度作图，得到理想的正弦和余弦输出曲线：沿 X 轴方向是一余弦波形，沿 Y 轴向是正弦波形；这两个波形是理想的 Y 轴正弦波形 7 和理想 X 轴余弦波形 5。如果理想的 X 轴电压输出对 Y 轴电压输出作图，所得曲线是如图 2B 所示的正圆

9。具体而言，这意味着输出电压分量的矢量幅度是独立于旋转角度的，如下面讨论的，这一特点是使得本发明所提出的校正算法的可以工作的关键部分。在任何情况下，旋转角度可以使用公知的CORDIC算法计算，其中正弦传感器的电压除以余弦传感器的电压，然后计算比值的反正切，来确定磁铁3的旋转角度。

【0050】图3A和图3B为TMR (tunneling magnetoresistance)或GMR (giant magnetoresistance)双轴磁电阻传感器1在外加强磁场时的非理想输出曲线。图3A显示双轴的磁电阻角度传感器1的Y轴波形曲线13和X轴波形曲线11被强烈扭曲。图3B是理想的输出形成的理想的XY-输出曲线9和非理想的输出形成非理想的XY-输出曲线15。在该图，很明显非理想XY-输出曲线15不成圆形，并趋向于形成在XY平面内的星形线或正方形的形状，其中所述双轴传感器1的矢量大小并不是独立于旋转角度。在33度的矢量33和在45度矢量31显示前述的扭曲在用CORDIC计算旋转磁场2的角度时会产生误差。扭曲的曲线15上点32应该是理想曲线的曲线9上的点32'。在扭曲曲线15上的点34不沿矢量33映射到理想曲线9上对应的一点，而是映射到有较小角度的点34'。这表明输出曲线在高场时会有误差，会产生角度依赖性误差或非线性的误差，因此需要对MR角度传感器1的输出进行修正。

【0051】往往存在可以最小化传感器输出的这种非线性的外加的磁场2测量误差的最佳值，但一般来说，测量误差随着所施加的外磁场2的强度增加而增加。图4显示了测量误差对磁场强度依赖性。图4A是在不同的磁场强度下测得的XY-输出曲线，需要注意，增强的外加磁场会导致误差的增加，图4A的一组在较高外加磁场下输出曲线15说明了这一点。对磁电阻角度传感器1施加不同强度的外加磁场。图4B为外加旋转磁场2做360度旋转，双轴磁电阻角度传感器1的输出所产生的最大误差对外加旋转磁场2的强度作图得出的曲线，其进一步清楚地表明了输出误差随着磁场强度增加而增加。

【0052】图5是一个曲线图，用来说明GMR角度传感器的作用。它涉及一种GMR或TMR元件的结构。当旋转磁场是低至50奥斯特，输出传输曲线4和理想的输出曲线5相同。如果旋转磁场的强度高达400奥斯特，输出曲线6变为三角形。扭曲曲线和理想曲线的差或单轴误差为曲线8。

【0053】这种偏离理想的输出曲线的误差可能是由不完全饱和或自由层在低外加磁场的非理想行为引起的。它也可能是在强外加磁场下钉扎层(PL)钉扎场的有限的强度造成的。下

面，我们将说明，高场误差主要由钉扎层的非理想性行为引起，其中所述被钉扎层磁化方向由于所施加的外磁场而稍微移动，而此种移动随所施加的外加磁场的强度值而增加。

【0054】本发明公开了一种校正算法，校准由钉扎层或其它原因引起的前述的传感器输出的高场误差。

【0055】图6为简单的MTJ结构。传感器元件各自包括一铁磁性层-绝缘层-铁磁层结构(FM-| -FM)的。通常有至少两个被绝缘隧道势垒19分隔开的铁磁金属层，隧道势垒19的厚度约为2nm厚，该层的厚度控制所述隧道结的电阻。这种结构的磁阻效应被称为隧道磁阻(TMR)，它的大小可以很容易地超过 $DR/R_0 \approx 200\%$ 。传感元件的电阻的变化是正比于自由层17和钉扎层(PL)21的磁化方向之间的相对取向角的余弦，因此，如果MTJ的设计使得FL17旋转的响应于施加的外磁场H，而PL21的磁化方向被刚性地固定，所述传感器元件的输出电阻是与所施加的磁场的方向有关。因为MTJ的电阻变化为FL和PL层的磁化方向之间的相对角度的函数，所以钉扎层21的任何微小的旋转都会增加传感器的误差。

【0056】假设FL17的磁化完全遵循所施加的外磁场的角度，误差的分析可以通过仅考虑PL21磁化的方向21。图7示出了钉扎磁场的方向22，PL21的磁化的方向21'，和外加磁场2的两个分量的X2'和Y2"的方向。为了确定PL21所施加的外加磁场2的响应，作了如下通常的自由能分析了，其中该系统的能量依赖于相对于总磁场的PL21的磁化方向：

$$E = -\frac{1}{2} \vec{M}_s \cdot (\vec{H}_p + \vec{H}) \quad (1)$$

$$E = -\frac{1}{2} M_s \{ (H_p + H_x) \cos \theta + H_y \sin \theta \} \quad (2)$$

$$\frac{dE}{d\theta} = 0 = -\frac{1}{2} M_s \{ -(H_p + H_x) \sin \theta + H_y \cos \theta \} \quad (3)$$

通过方程(3)可以求出PL的磁化方向的旋转角度，这个旋转角度表示为 θ_{err} 。

$$\theta_{err} = a \tan \left\{ \frac{H_y}{H_p + H_x} \right\} \quad (4)$$

方程(4)中的钉扎磁场 (H_p)强度通常约为 1500 Oe, 这限制了 MTJ 磁电阻传感器的精确度。

【0057】测得的数据表明, 当所施加的外加磁场的角度约为 30 度, 角度的测量误差最严重, 这一点可以通过把数据点从非理想的曲线 15 的映射到理想曲线 9 观察到, 见图 8A。另外, 外加磁场的角度是 45 度时, 测量误差最小。图 8B 是用计算出的最大 PL 角度误差对 H_p 作图。假设最大测量误差是发生在当外加磁场的施加的角度为 33° 时, 计算由公式(5)进行。用公式 5 计算得到的误差曲线与在真实设备上测量的误差曲线非常一致。

$$\theta_{err} = a \tan \left\{ \frac{H/3}{(H_p + 2H/3)} \right\} \quad (5)$$

【0058】图 9 是用双轴磁电阻角度传感器 1 的电压输出波对所施加的外磁场的角度作图。图中的零度表示所施加的平行于 H_p 方向的磁场。双轴磁电阻角度传感器 1 的输出模型, Cos=理想余弦轴电压, Sin=理想正弦轴电压, 为 Ct =三角形非理想余弦信号, ST =三角形非理想正弦信号。

【0059】需要注意的是非理想曲线 11 和 13 的幅度是始终等于或比理想曲线 5 和 7 幅度小, 并且测量误差大小呈 90 度相位。非理想曲线 11 和 13 和理想曲线 5 和 7 具有相同的最大和最小峰值。上述模型在测量中具有普遍性, 表明可以据此建立一个校正算法。

【0060】为了解释这个校正方法中, 图 10 是绘制的误差波形曲线。理想幅度 27=双轴矢量幅度; 原始幅值 29 =双轴三角波的矢量幅度; 幅度差 31=理想幅度 - 原始幅度; 三角波形的误差 33=理想正余弦波形曲线和三角波形误差的单轴差。

【0061】注意, 幅度差很容易实时计算, 三角形误差 33 在实际测量中不可知, 但它与幅度差相关, 这一点显示于图 11。在图 10 中 Cos-CT(曲线 7 - 曲线 13)的差被表示为曲线 31 对 CT 和 ST 的向量幅度(曲线 11 和 13 矢量幅度)曲线 29 作图。令人惊讶的是, 图 11 表明, 非理想曲线的幅度 (测量的矢量幅度)和每一个轴的预期峰值(振幅)之间的差与角度测量误差(三角形误差)成比例, 这个比例, 也就是斜率为:

$$1.39 \approx 1.41 = \sqrt{2} \quad (6)$$

【0062】由此可见，非理想和理想响应之间的向量幅度计算的差值可以实时地被加回到传感器 1 的输出中校准正交单轴波形。其结果是，图 12 中的三角形误差 34 变得比图 10 中的小得多，非理想的余弦波曲线 11 经校准后取得了校准的 X-轴电压输出曲线 16，其与理想的 X-轴电压输出曲线的 5 相同。

【0063】将非理想的正弦波形 13 表示作为 $V_{\sin}(\theta, H)$ ；将非理想的余弦波 11 表示为 $V_{\cos}(\theta, H)$ ；正弦和余弦波形的偏移分别表示为 V_{os} 与 V_{oc} ；将正弦和余弦波形的峰值表示为 V_{ps} 和 V_{pc} ； $V'_s \sin(\theta, H)$ 和 $V'_c \cos(\theta, H)$ 作为偏移和幅度校正的传感器输出；然后下面的方程可用于实时纠正非理想的输出波形：

$$V'_s(\theta, H) = \{V_{\sin}(\theta, H) - V_{os}\} / V_{ps} \quad (7)$$

$$V'_c(\theta, H) = \{V_{\cos}(\theta, H) - V_{oc}\} / V_{pc} \quad (8)$$

$$Error(\theta, H) = \left\{ 1 - \sqrt{\left(\frac{V'_c(\theta, H)}{V_{pc}}\right)^2 + \left(\frac{V'_s(\theta, H)}{V_{ps}}\right)^2} \right\} / \sqrt{2} \quad (9)$$

$$V_{\sin}(\theta, H)_{corr} = \begin{cases} V'_s(\theta, H) \geq 0: & V'_s(\theta, H) + Error(\theta, H) \\ V'_s(\theta, H) < 0: & V'_s(\theta, H) - Error(\theta, H) \end{cases} \quad (10)$$

$$V_{\cos}(\theta, H)_{corr} = \begin{cases} V'_c(\theta, H) \geq 0: & V'_c(\theta, H) + Error(\theta, H) \\ V'_c(\theta, H) < 0: & V'_c(\theta, H) - Error(\theta, H) \end{cases} \quad (11)$$

可以通过公式 12-15 计算得到 V_{peak} (V_{peak} 是最大或最小信号的传感器或幅度) 和 V_{offset} 的 (传感器信号的偏移)：

$$V_{pc} = \{Max[V_{\cos}(\theta, 100)] - Min[V_{\cos}(\theta, 100)]\} / 2 \quad (12)$$

$$V_{ps} = \{Max[V_{\sin}(\theta, 100)] - Min[V_{\sin}(\theta, 100)]\} / 2 \quad (13)$$

$$V_{oc} = \{Max[V_{\cos}(\theta,100)] + Min[V_{\cos}(\theta,100)]\}/2 \quad (14)$$

$$V_{os} = \{Max[V_{\sin}(\theta,100)] + Min[V_{\sin}(\theta,100)]\}/2 \quad (15)$$

通常情况下只需要计算这四个参数 (V_{pc} , V_{ps} , V_{oc} 和 V_{os})。在实际操作中, 如果该正弦和余弦波形是相互匹配, 只需 V_p 就足够的。这种方法的优点在于不需要储存波形, 至多只需储存四个参数。磁体 3 只需旋转一个 360 度就足够了。只要磁阻角度传感器 1 是饱和的, H 可以是任何值。

【0064】 假设传感器饱和了, 经验表明, 传感器只需要在一个单一的磁场校准。假设传感器在 100 G 得到了饱和, 正弦和余弦曲线匹配的很好, 那么下面的实施例说明了如何校准的传感器 1:

$$V_p = \{Max[V_c(\theta,100)] - Min[V_c(\theta,100)] + Max[V_s(\theta,100)] - Min[V_s(\theta,100)]\}/4 \quad (16)$$

为了校正误差把下面的方程加到每个测量值中:

$$V'_s(\theta, H) = V_{\sin}(\theta, H) \quad (17)$$

$$V'_c(\theta, H) = V_{\cos}(\theta, H) \quad (18)$$

$$Error(\theta, H) = \left\{ V_p - \sqrt{V'_c(\theta, H)^2 + V'_s(\theta, H)^2} \right\} / \sqrt{2} \quad (19)$$

$$V_{\sin}(\theta, H)_{corr} = \begin{cases} V'_s(\theta, H) \geq 0: & V'_s(\theta, H) + Error(\theta, H) \\ V'_s(\theta, H) < 0: & V'_s(\theta, H) - Error(\theta, H) \end{cases} \quad (20)$$

$$V_{\cos}(\theta, H)_{corr} = \begin{cases} V'_c(\theta, H) \geq 0: & V'_c(\theta, H) + Error(\theta, H) \\ V'_c(\theta, H) < 0: & V'_c(\theta, H) - Error(\theta, H) \end{cases} \quad (21)$$

【0065】 另一个实施例, 偏移值比较小, 并且正弦和余弦波的峰值相同, 那么校准可以通过下面的方程进行:

$$VMag(\theta, H) = \sqrt{V_x^2(\theta, H) + V_y^2(\theta, H)} \quad (22)$$

$$Error(\theta, H) = \left\{ V_p - \sqrt{V_x(\theta, H)^2 + V_y(\theta, H)^2} \right\} / \sqrt{2} \quad (23)$$

$$V_{\sin}(\theta, H)_{corr} = \begin{cases} V_y(\theta, H) \geq 0: & V_y(\theta, H) + Error(\theta, H) \\ V_y(\theta, H) < 0: & V_y(\theta, H) - Error(\theta, H) \end{cases} \quad (24)$$

$$V_{\cos}(\theta, H)_{corr} = \begin{cases} V_x(\theta, H) \geq 0: & V_x(\theta, H) + Error(\theta, H) \\ V_x(\theta, H) < 0: & V_x(\theta, H) - Error(\theta, H) \end{cases} \quad (25)$$

【0066】图13A是没有校准的X轴输出对Y轴输出作图得到的一组非理想的XY-曲线15和理想的X轴输出对Y轴输出作图得到的理想的XY-曲线9。图13B和13C示出了用公式(18)和(19)修正后的效果。图13B表明经校准的X轴电压输出对Y轴电压输出作图得到的校准的XY-曲线10是理想的圆，和理想输出XY-曲线9的圆相同。图13C显示了校正后的角度误差41比原始误差39小很多，算法修正似乎降低了非线性角度误差和外加磁场的强度的相关性。

【0067】使用本算法时需要注意，如果峰值和偏移随温度变化，在这种情况下，需要进行温度相关的校准。一般来说，这可以通过下面的假设进行：

$$V_{ps} = V_{ps}(T) = V_{ps}(T1) - aT \quad (26)$$

$$V_{pc} = V_{pc}(T) = V_{pc}(T1) - aT \quad (27)$$

$$V_{os} = V_{os}(T) = V_{os}(T1) - \beta T \quad (28)$$

$$V_{oc} = V_{oc}(T) = V_{oc}(T1) - \beta T \quad (29)$$

在这里，a和β是传感器1的已知的温度系数，T1是MR角度传感器1被校准时的温度，而T是用一个片上温度计测量的操作温度。这些温度校正系数可以被用在公式(7)和(8)，从而在本发明的算法中对温度引起的误差进行补偿。

【0068】替代的方法，如果峰值和偏移补偿值随温度没有太大变化，该算法不需要温度补偿。图14的A-C'示出了本发明的误差校正方法在10%的输出误差的变化内是有效的：VP/Vp'=0.99, 1, 和1.1。图14的A'-C'表明随着外加磁场增强，原始最大误差增大。除了在0-150奥斯特并且VP/Vp'=1.1的范围，修正后的最大误差是较原始的最大

误差小。图 14 的 A-C 表明，修正后的 X-轴的输出对 Y-轴的输出作图得到的 XY-曲线是圆形。

【0069】图 15A, 15B 和 15C 表明，输出误差的降低超过了 3 倍。该算法被应用于高度扭曲的输出曲线。15A 是非理想的 XY-曲线 15，理想的 XY-曲线 9 和纠正后的 X 轴与输出 Y 轴输出作图得到的校准的 XY-曲线 10。经过实时校正，三角形波形的曲线 11 和 13 成为图 15B 中的理想的余弦或正弦波形 5 和 7。图 15C 表明校正后的角度误差比的原始误差小 3 倍。曲线 35 是校准前的误差，曲线 37 是校准后的误差。

【0070】图 16 为四个传感器芯片 120, 121, 122 和 123 的一种可能的排布以制作双轴磁场角度传感器 1，用来检测旋转磁场的正弦和余弦分量。四个传感器被置于围绕中央的 ASIC124 的圆周上，并相互通过标准丝焊技术电连接。四个芯片的排布使得这个正交全桥有一共同的中心 126。ASIC 可含有静电放电保护电路，而且它也可提供用于将正交传感器的信号输出角度变换成数字格式的电路。

【0071】图 17 示出四个传感器芯片 130, 131, 132 和 133 的另一个可能的安排，以制作双轴磁场角传感器 1，其检测所述旋转磁场的正弦和余弦分量。四个传感器相互之间呈圆对称，位于一个 ASIC135 的顶部上。不同于图 16 的设计，各传感器芯片歪斜使得传感器 1 更靠近共同几何中心。四个芯片的排布使得这个正交全桥有一共同的中心 136。ASIC 可含有静电放电保护电路，而且它也可提供用于将正交传感器的信号输出角度变换成数字格式的电路。

【0072】双轴磁场角度传感器 1 被沉积或连接到一个 ASIC(application specific integrated chip) 电路或其他装置来进行本发明所公开的算法的运行。设计还包括内部或外部的数据存储。具体而言，ASIC 包括根据每个单轴磁场角度传感器 X-轴和 Y-轴的电压输出计算一个已知矢量幅度校准值和实时的两轴矢量幅度之间的差的装置，及其将所述差除以 2 的平方根以计算误差信号的装置，以及用于从所述各 X 和 Y 电压输出增加或减去误差信号的装置，以产生一个误差校正 X 电压输出信号和误差校正后的 Y 电压输出信号，其中所述误差校正后的 Y 电压信号和误差校正后的 X 电压输出的商的反正切值就是要测量的所施加的外磁场的角度值。

【0073】双轴磁场角度传感器 1 还可以包括温度传感器，来自温度传感器的温度信号被用于线性扩展的相对于温度的已知的校准和偏移值。

【0074】温度传感器和数据存储可以包含在 ASIC124 中，或者它们可以与 ASIC124 分开位于角度传感器芯片内，或连接到芯片上。

【0075】以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化，本发明中的实施也可以进行不同组合变化，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，包括两个检测沿相互垂直的 X-轴和 Y-轴方向外加磁场的正交的单轴磁电阻角度传感器，

实时计算所述单轴磁电阻角度传感器的沿 X-轴和 Y-轴的输出的测量的矢量幅度的元件，

计算已知的校准矢量幅度和所述测量的矢量幅度的差值的元件，

将所述的差值用 $\sqrt{2}$ 相除以计算出信号误差的元件，

分别将所述信号误差加入到所述沿 X-轴和 Y-轴的输出或从其中减去以计算校准的 X-轴输出信号和校准的 Y-轴的输出信号的元件，

计算校准的 Y-轴输出信号除以校准的 X-轴的输出信号所得的商的反正切以计算所述外加磁场的旋转角度的元件。

2. 根据权利要求 1 所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，所述沿 X-轴输出和 Y-轴输出分别是偏移校准的 X-轴电压输出和偏移校准的 Y-轴电压输出，将第一偏移校准值从所述沿 X-轴电压输出减去获得所述偏移校准的 X-轴电压输出；将第二偏移校准值从所述沿 Y-轴电压输出减去获得所述的偏移校准的 Y-轴电压输出。

3. 根据权利要求 1 所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，所述沿 X-轴电压输出被第一已知的矢量幅度校准值相除，所述沿 Y-轴电压输出被第二已知的矢量幅度校准值相除，并且所述第一已知的矢量幅度校准值和第二已知的矢量幅度校准值设定为 1。

4. 根据权利要求 2 所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，所述偏移校准的 X-轴电压输出被第一已知的矢量幅度校准值相除，所述偏移校准的 Y-轴电压输出被第二已知的矢量幅度校准值相除，并且所述第一已知的矢量幅度校准值和第二已知的矢量幅度校准值设定为 1。

5. 根据权利要求1所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，所述每一个单轴磁电阻角度传感器均为GMR自旋阀或TMR传感器。

6. 根据权利要求1、2、3或4所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，包括温度感应传感器。

7. 根据权利要求6所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，所述温度传感器产生的温度信号用来相对于温度计算线性扩展峰值、所述偏移校准值和/或矢量幅度校准值。

8. 根据权利要求1所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，两个正交的所述X-轴单轴磁电阻传感器和Y-轴单轴磁电阻传感器的电压输出的最大振幅近似相等。

9. 根据权利要求1所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，已知的校准矢量幅度为 $V_p = \{Max[V_x(\theta, H)] - Min[V_x(\theta, H)] + Max[V_y(\theta, H)] - Min[V_y(\theta, H)]\} / 4$ 。

10. 根据权利要求2所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，所述第一偏移校准值是 $V_{ox} = \{Max[V_{\cos}(\theta, H)] + Min[V_{\cos}(\theta, H)]\} / 2$ ，所述第二偏移校准值是 $V_{oy} = \{Max[V_{\sin}(\theta, H)] + Min[V_{\sin}(\theta, H)]\} / 2$ 。

11. 根据权利要求1所述的一种双轴磁电阻角度传感器，其特征在于，包括储存偏移值和最大振幅的校准常数的元件，所述的最大振幅的校准常数是由每一个单轴磁电阻角度传感器在所述外加磁场旋转一个360度时得到的最大和最小峰值计算而来，所述双轴磁电阻角传感器只需储存所述的峰值和所述每一个单轴磁电阻传感器用于校准的所述偏移值。

12. 一种磁电阻角度传感器磁场测量误差校准方法，其特征在于，包括：

通过两个正交的单轴磁电阻角度传感器检测沿相互垂直的X-轴和Y-轴方向的外加磁场；

实时计算所述磁电阻角度传感器的沿X-轴和Y-轴的电压输出的测量的矢量幅度；

计算已知的校准矢量幅度和所述测量的矢量幅度的差值；

将所述的差值用 $\sqrt{2}$ 相除以计算出信号误差；

分别将所述信号误差加入到所述X-轴输出和Y-轴输出或从其中减去以计算校准的X-轴输出信号和校准的Y-轴的输出信号；

计算校准的Y-轴输出信号除以校准的X-轴的输出信号所得的商的反正切以计算所述外加磁场的旋转角度。

13. 根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述沿X-轴输出和Y-轴输出分别是偏移校准的X-轴电压输出和偏移校准的Y-轴电压输出，将第一偏移校准值从所述X-轴电压输出减去获得所述偏移校准的X-轴电压输出；将第二偏移校准值从所述Y-轴电压输出减去获得所述的偏移校准的Y-轴电压输出。

14. 根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述沿 X-轴电压输出被第一已知的矢量幅度校准值相除，所述沿 Y-轴电压输出被第二已知的矢量幅度校准值相除，并且所述第一已知的矢量幅度校准值和第二已知的矢量幅度校准值设定为1。

15. 根据权利要求13所述的方法，其特征在于，所述偏移校准的X-轴电压输出被第一已知的矢量幅度校准值相除，所述偏移校准的Y-轴电压输出被第二已知的矢量幅度校准值相除，并且所述第一已知的矢量幅度校准值和第二已知的矢量幅度校准值设定为1。

16. 根据权利要求12-15中任意一项所述的方法，其特征在于，峰值、所述偏移校准值和/或矢量幅度校准值相对于温度线性扩展。

17. 根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述两个正交的X-轴单轴磁电阻传感器和Y-轴单轴磁电阻传感器的电压输出的最大振幅近似相等。

18. 根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述已知的校准矢量幅度为

$$V_p = \{Max[V_x(\theta, H)] - Min[V_x(\theta, H)] + Max[V_y(\theta, H)] - Min[V_y(\theta, H)]\} / 4。$$

19. 根据权利要求13所述的方法，其特征在于，所述第一偏移校准值是

$$V_{ox} = \{Max[V_{\cos}(\theta, H)] + Min[V_{\cos}(\theta, H)]\} / 2，$$
 所述第二偏移校准值是

$$V_{oy} = \{Max[V_{\sin}(\theta, H)] + Min[V_{\sin}(\theta, H)]\} / 2。$$

20. 根据权利要求12所述的方法，其特征在于，储存偏移值和最大振幅的校准常数，所述的最大振幅的校准常数是由每一个单轴磁电阻角度传感器在所述外加磁场旋转一个360度时得到的最大和最小峰值计算而来，所述磁电阻角传感器只需储存所述的峰值和所述每一个单轴磁电阻传感器用于校准的所述偏移值。

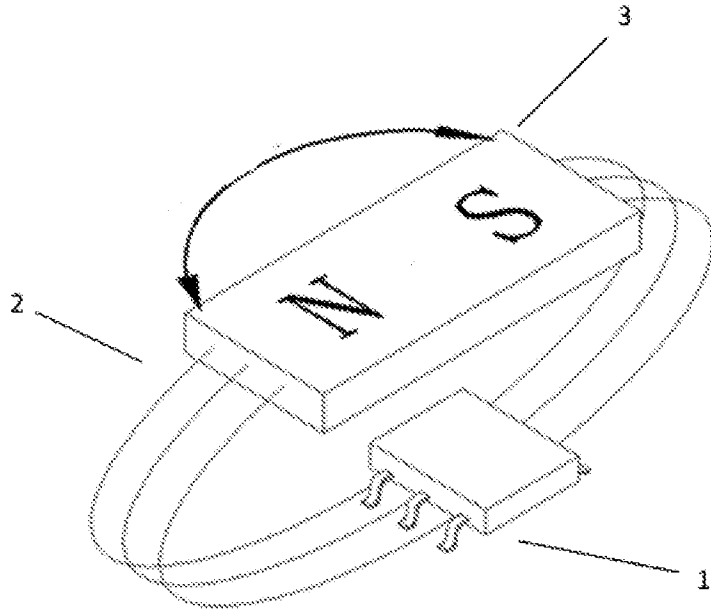


图 1

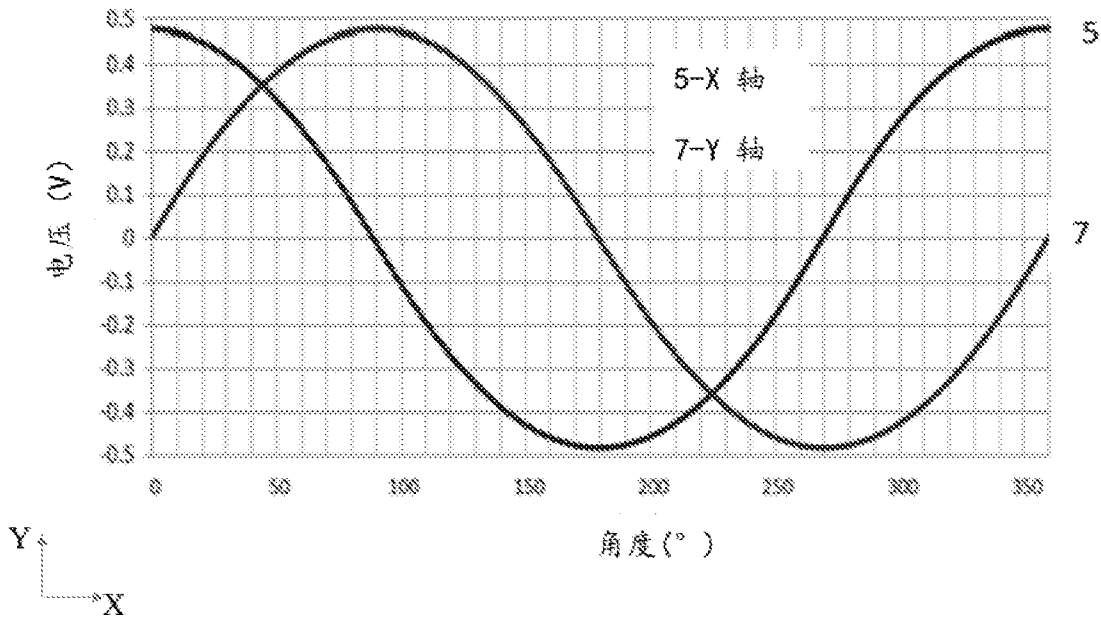


图 2A

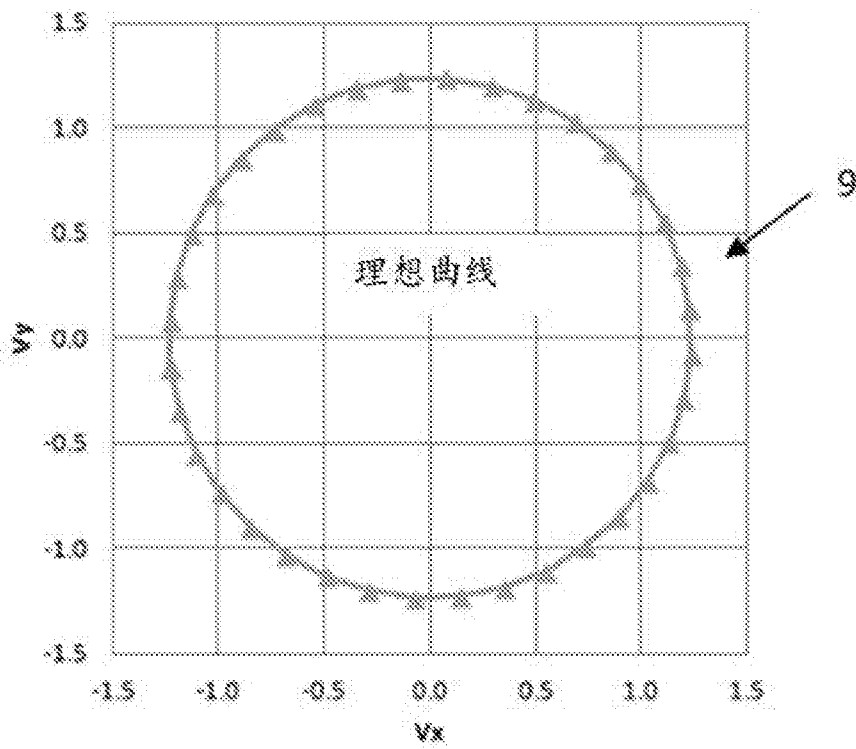


图 2B

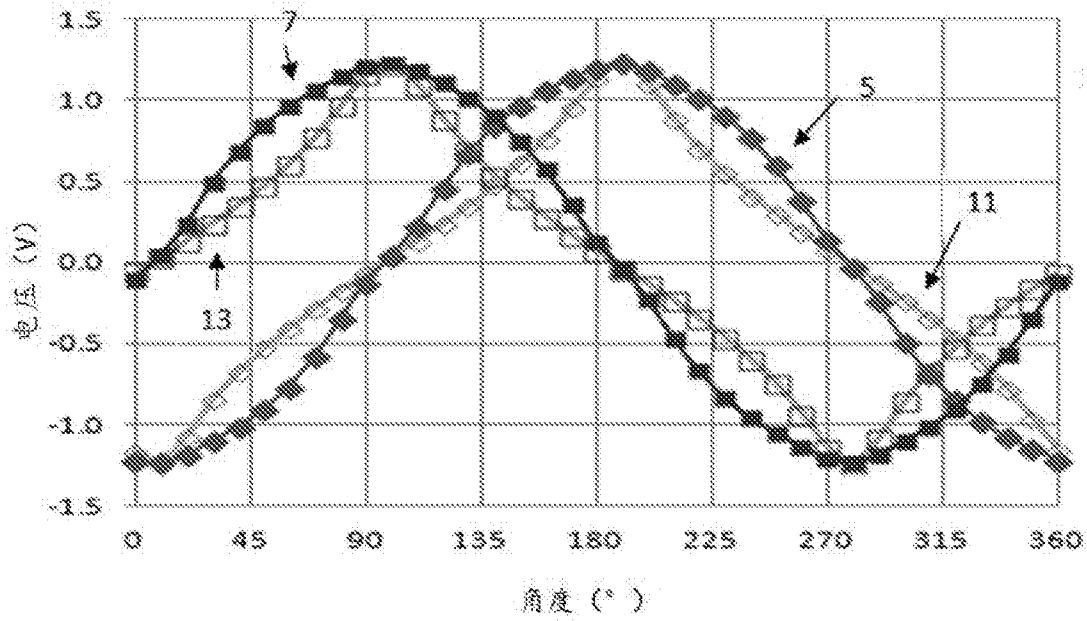


图 3A

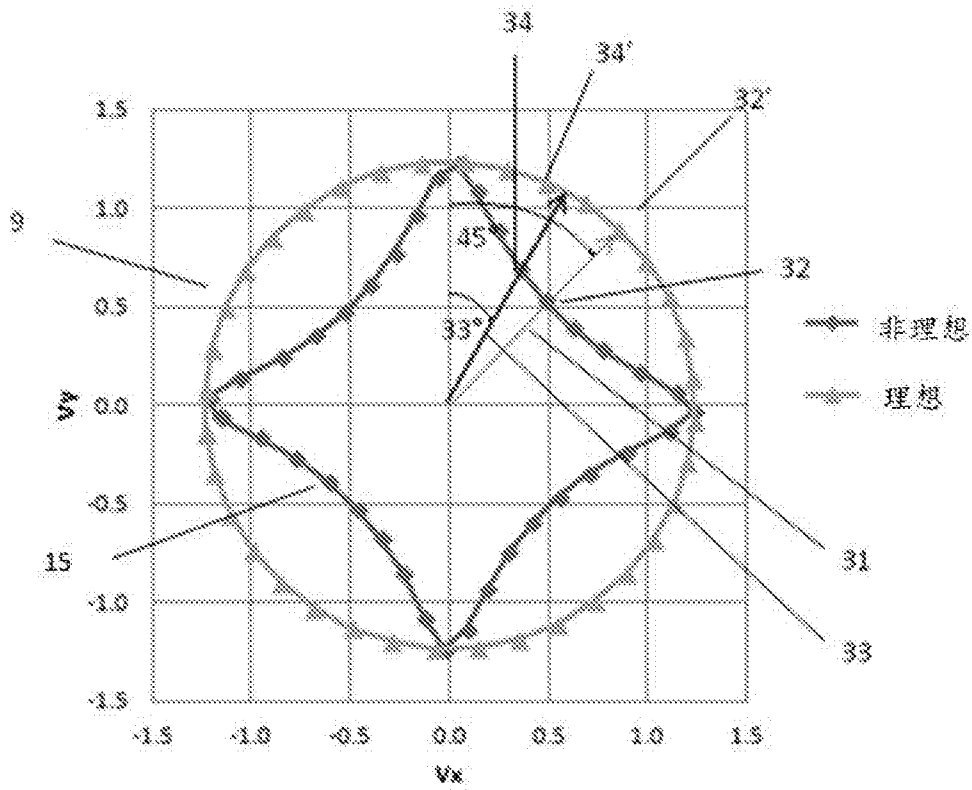


图 3B

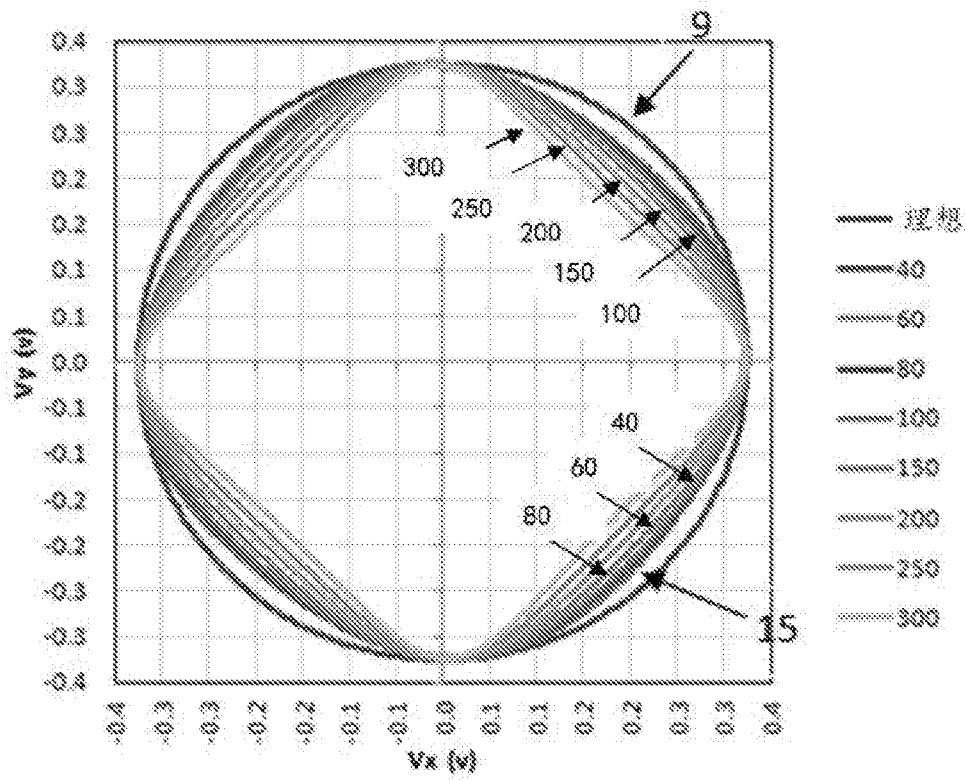


图 4A

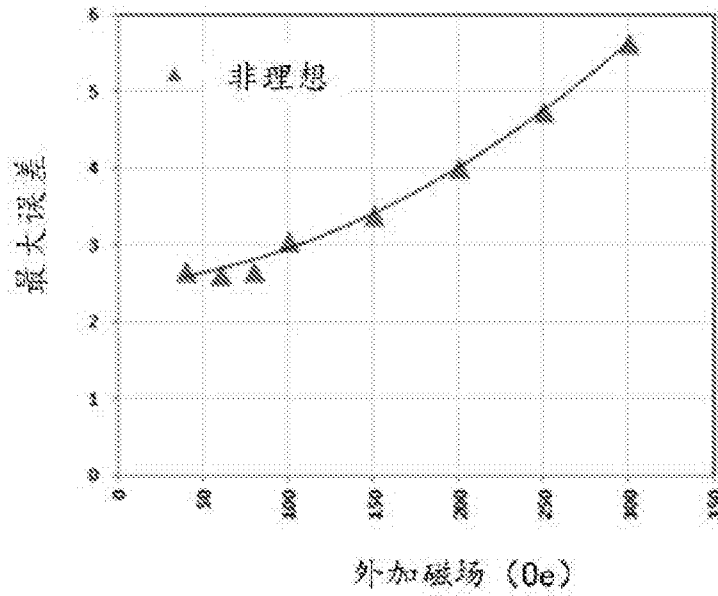


图 4B

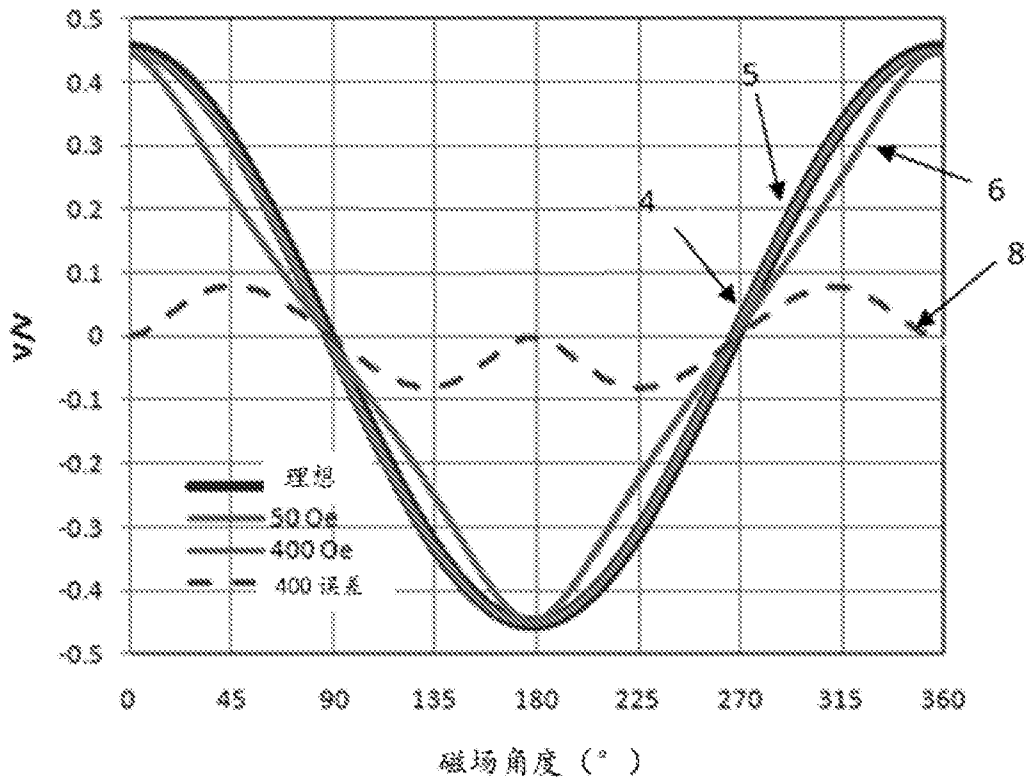


图 5

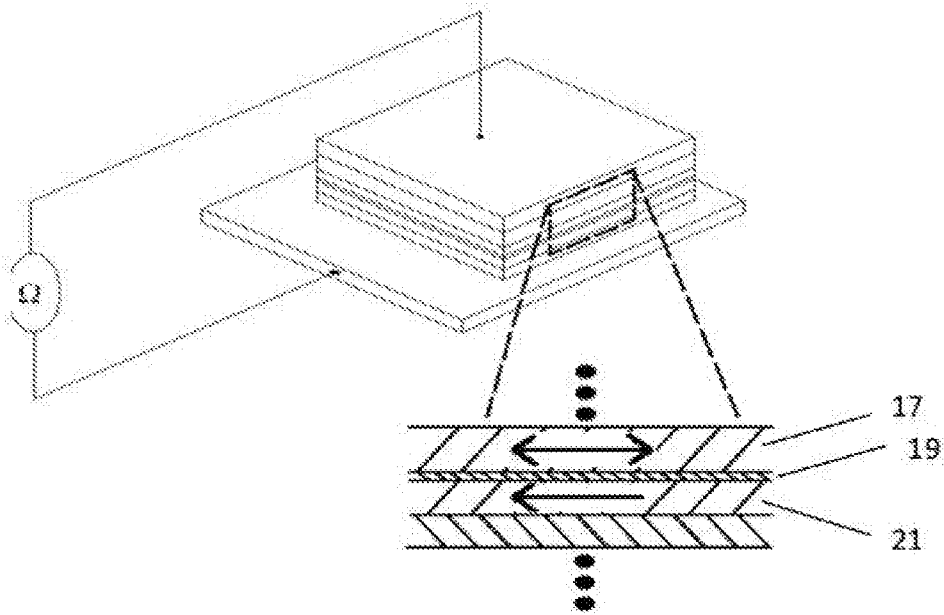


图 6

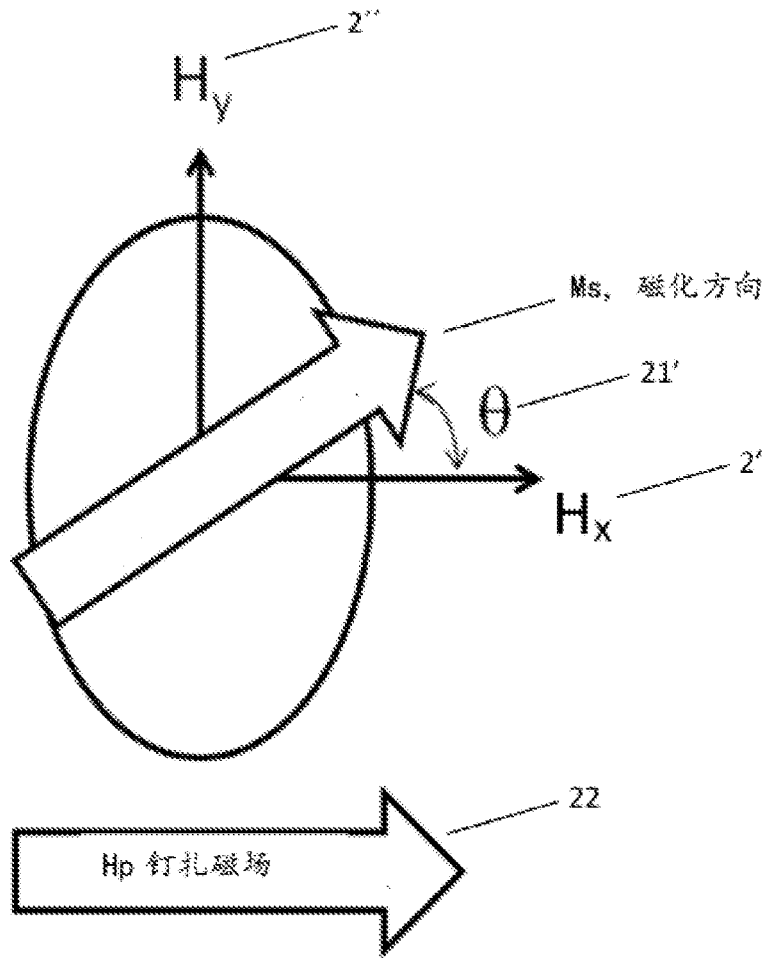


图 7

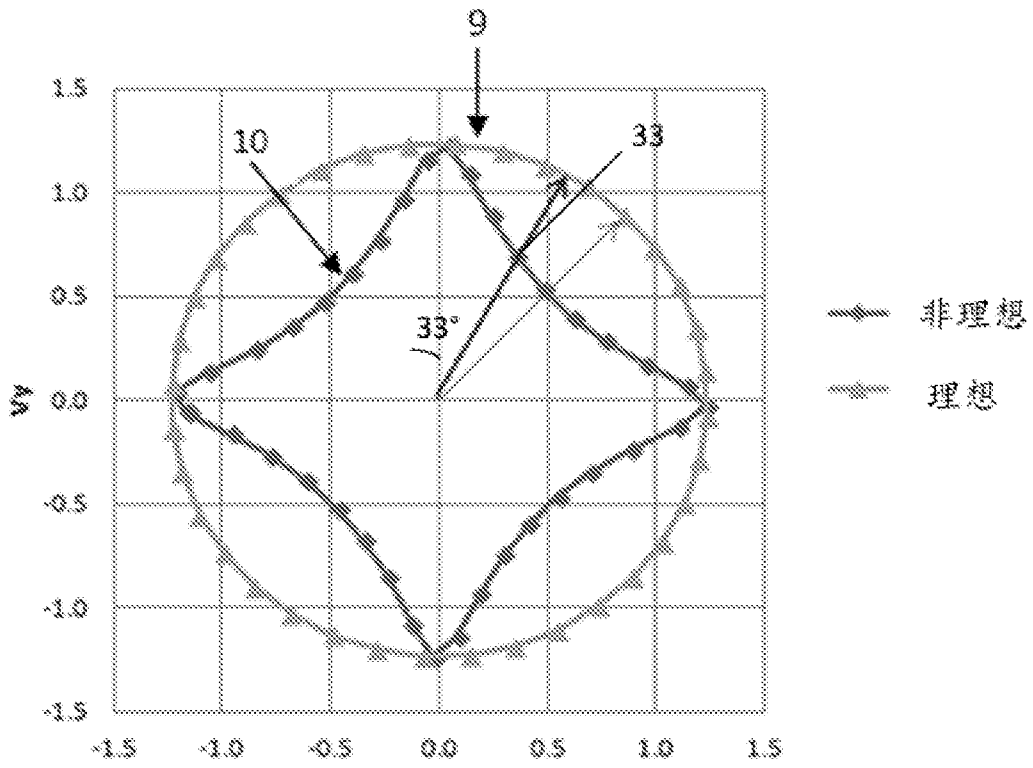


图 8A

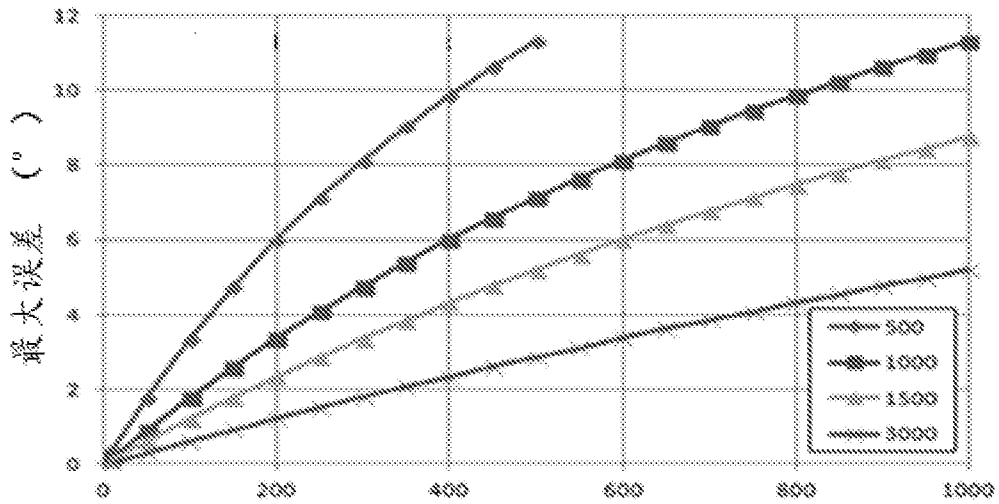


图 8B

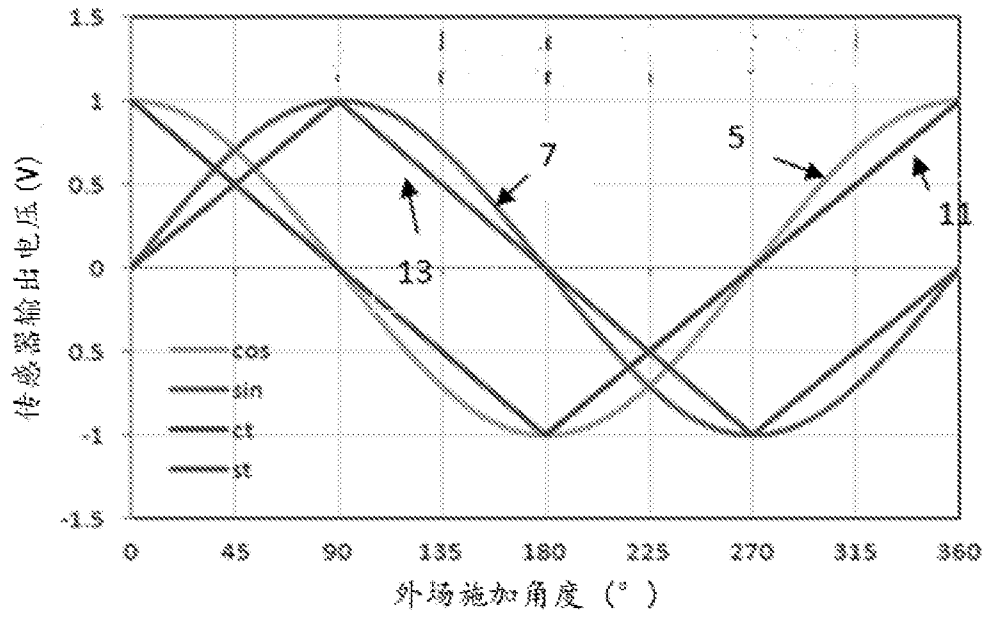


图 9

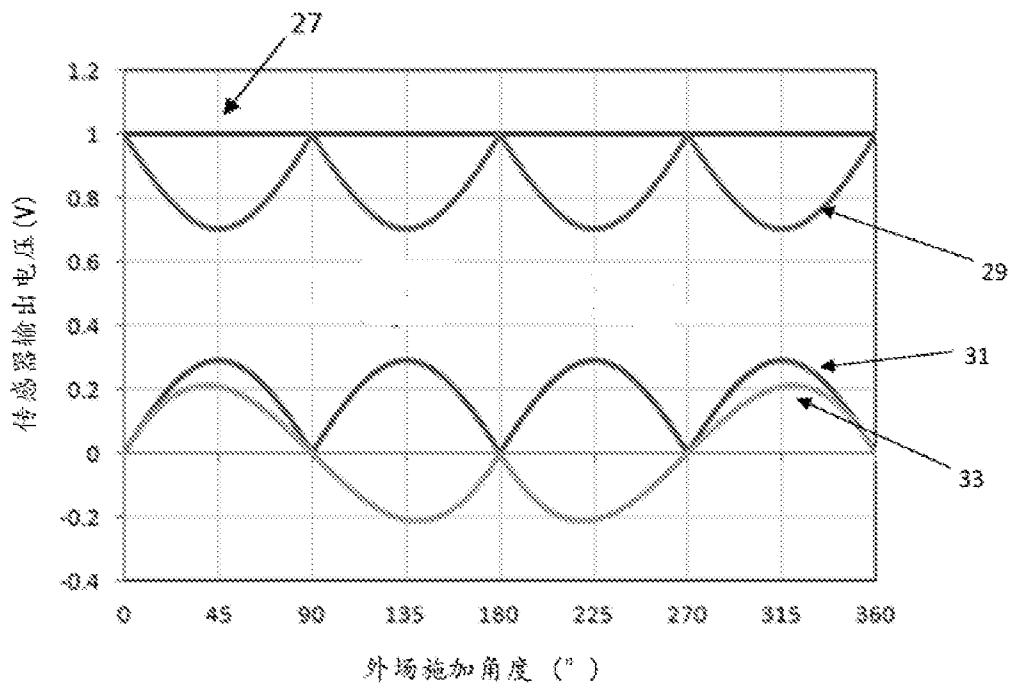


图 10

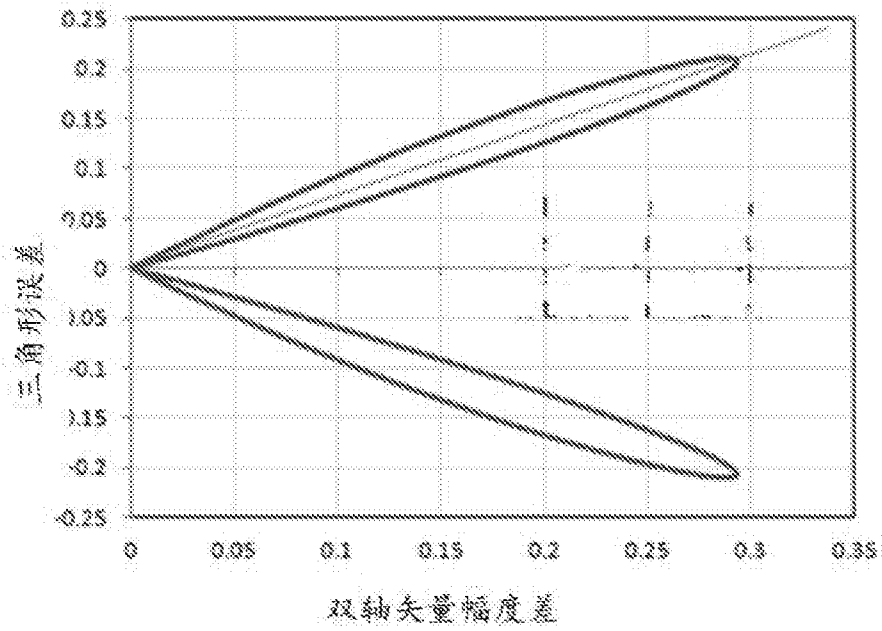


图 11

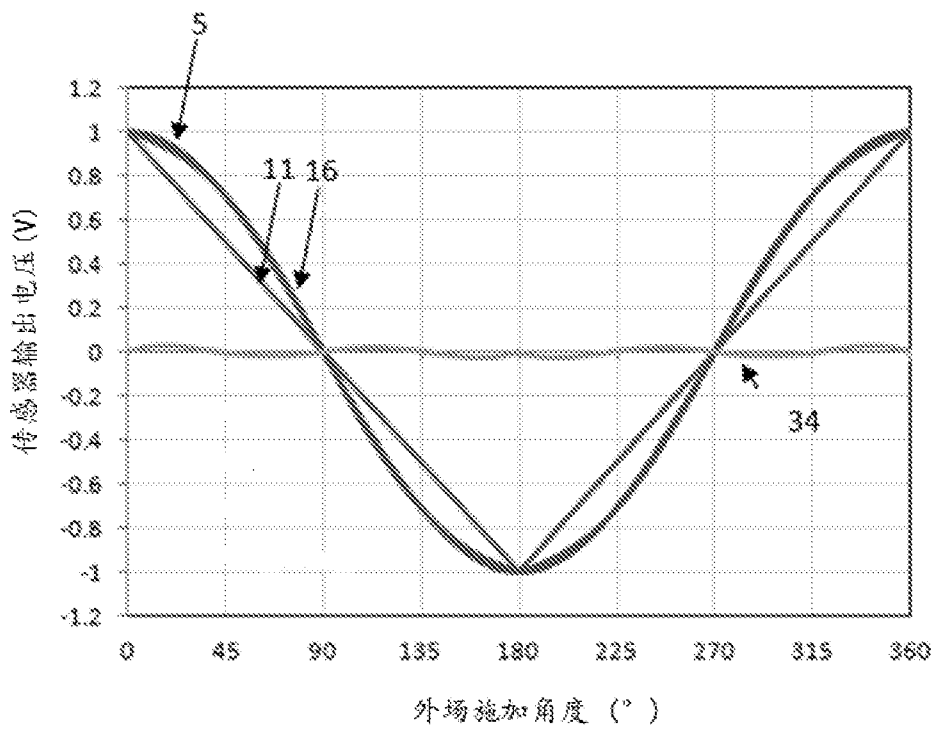


图 12

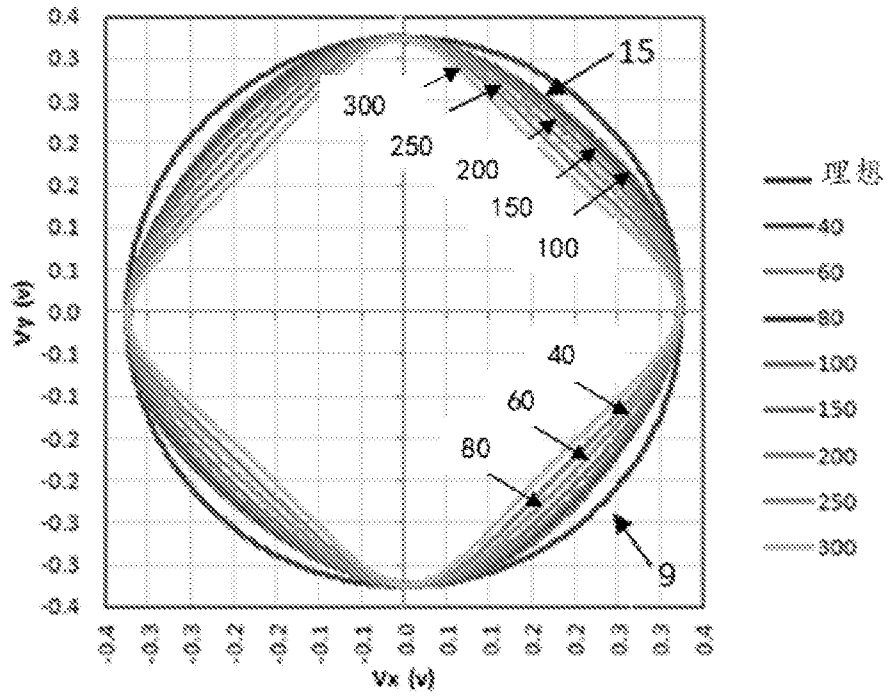


图 13A

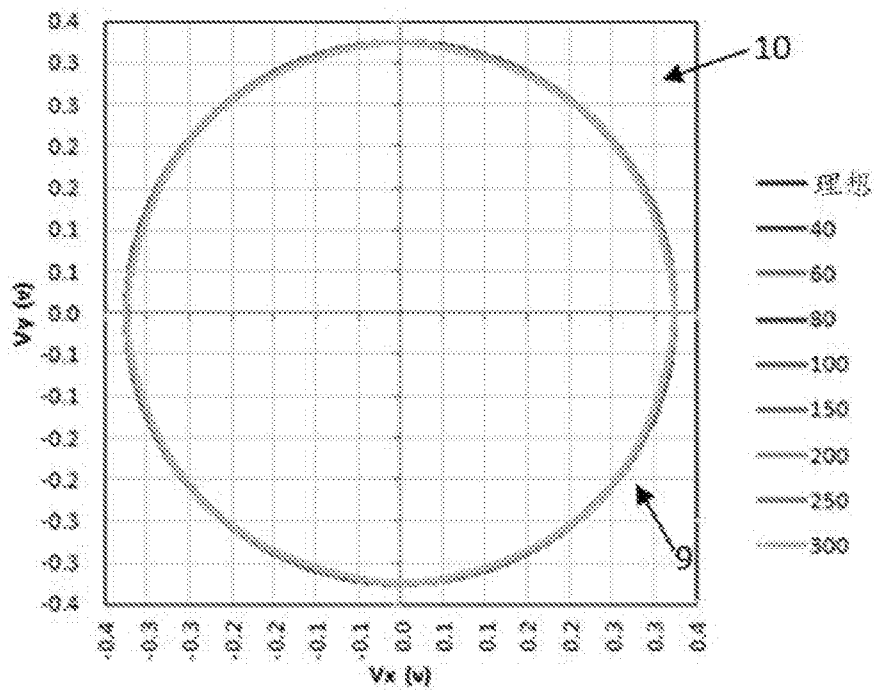


图 13B

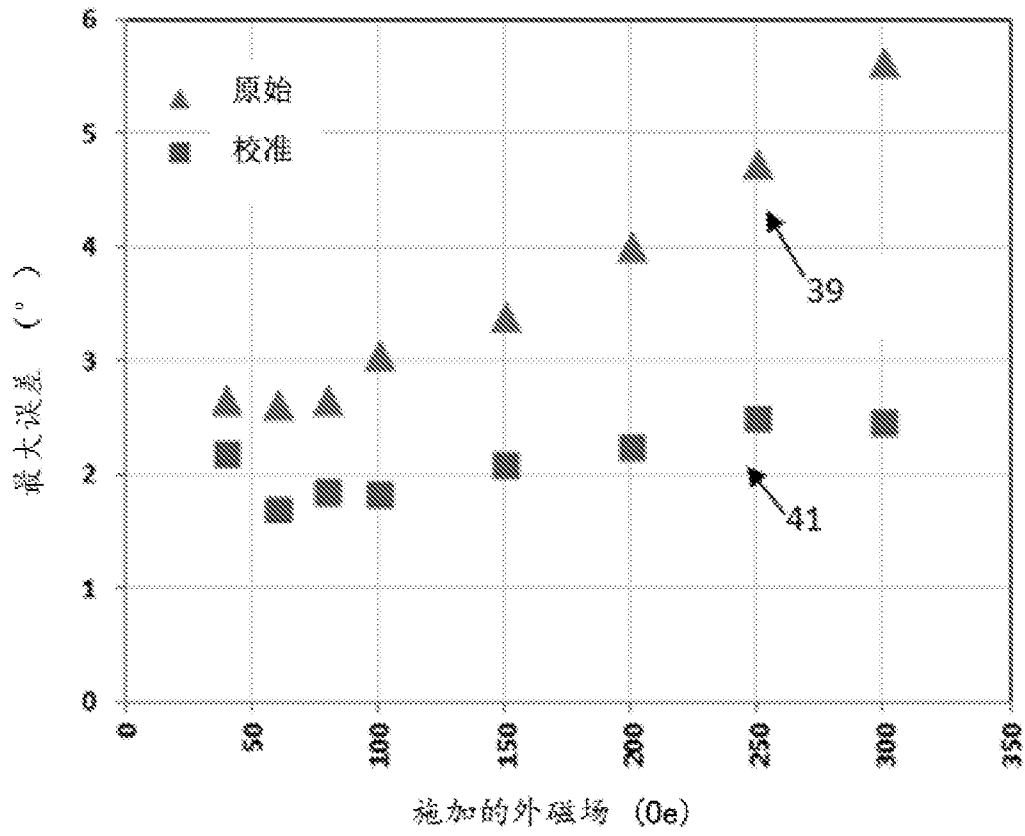


图 13C

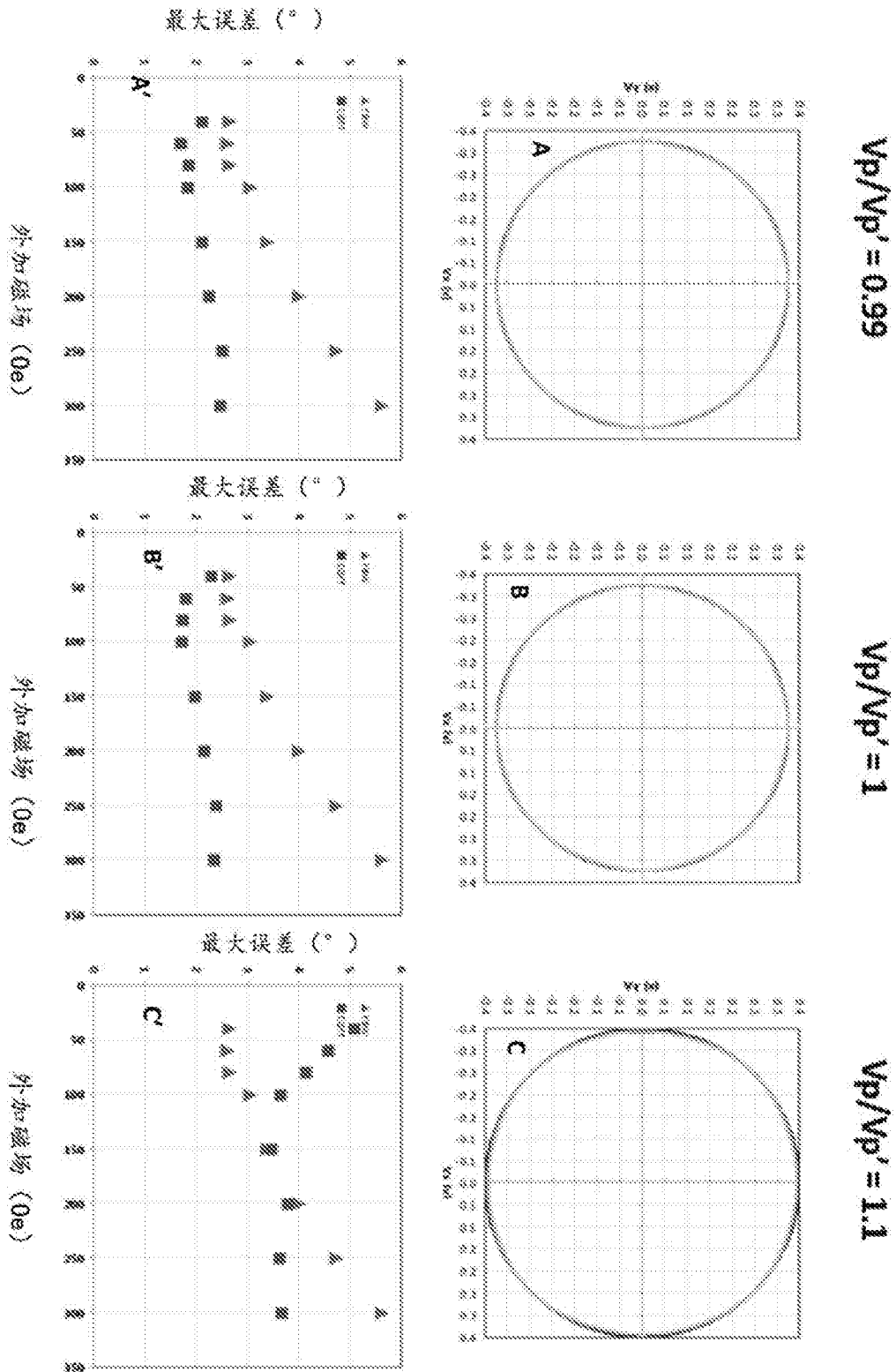


图 14

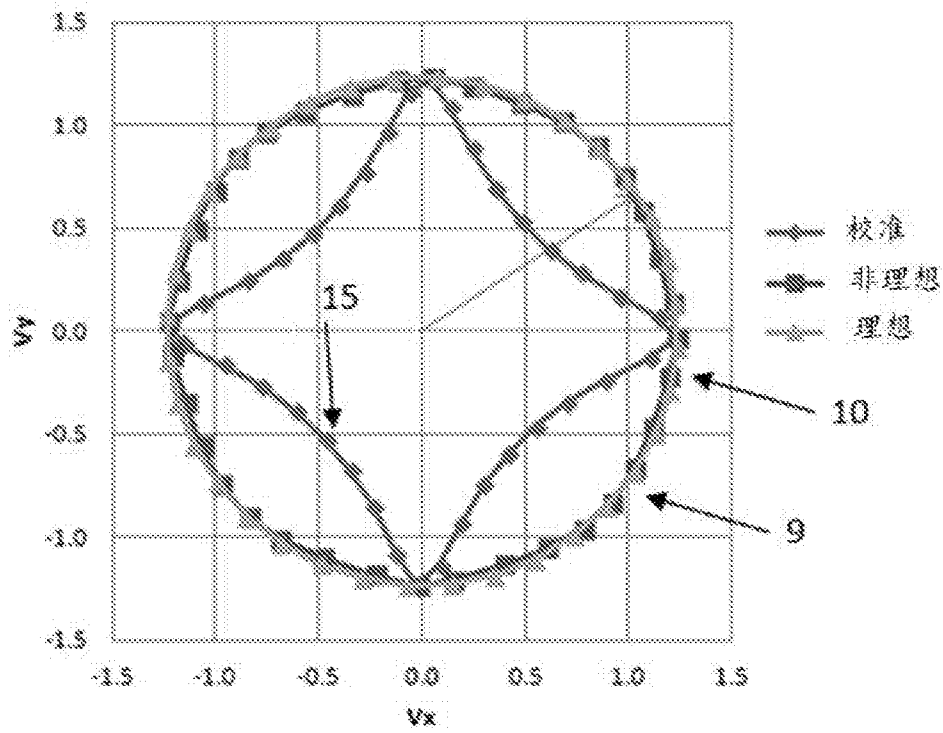


图 15A

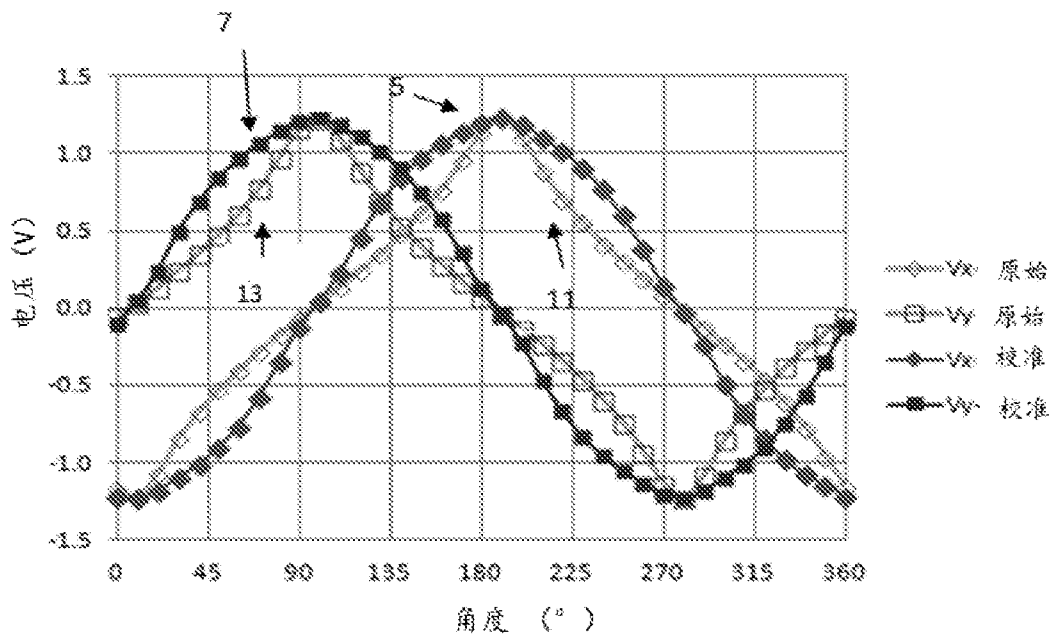


图 15B

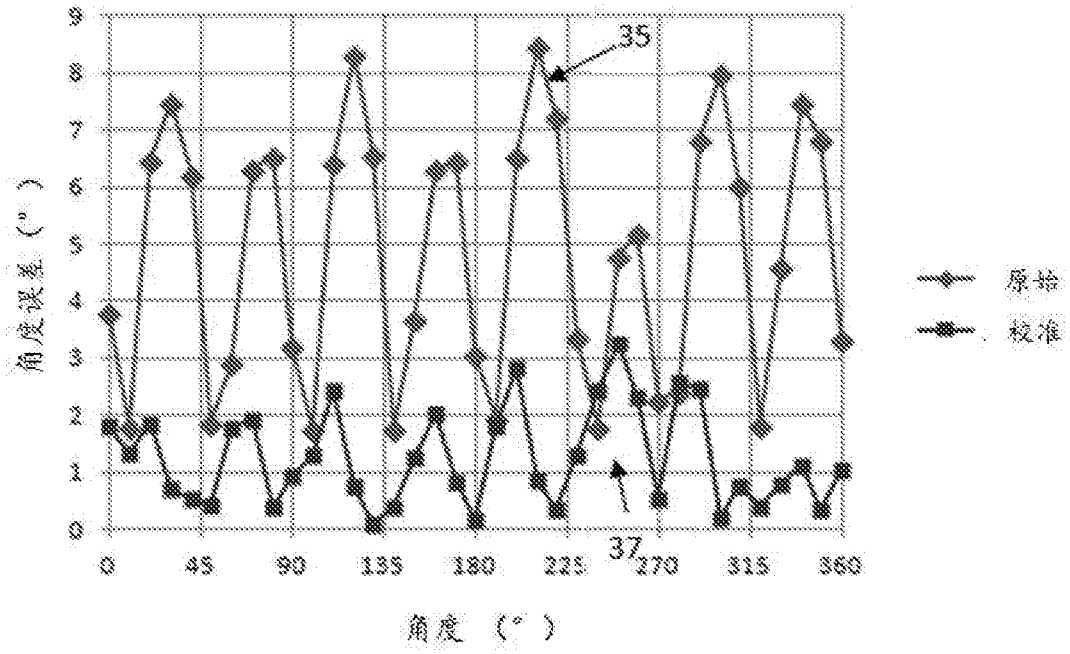


图 15C

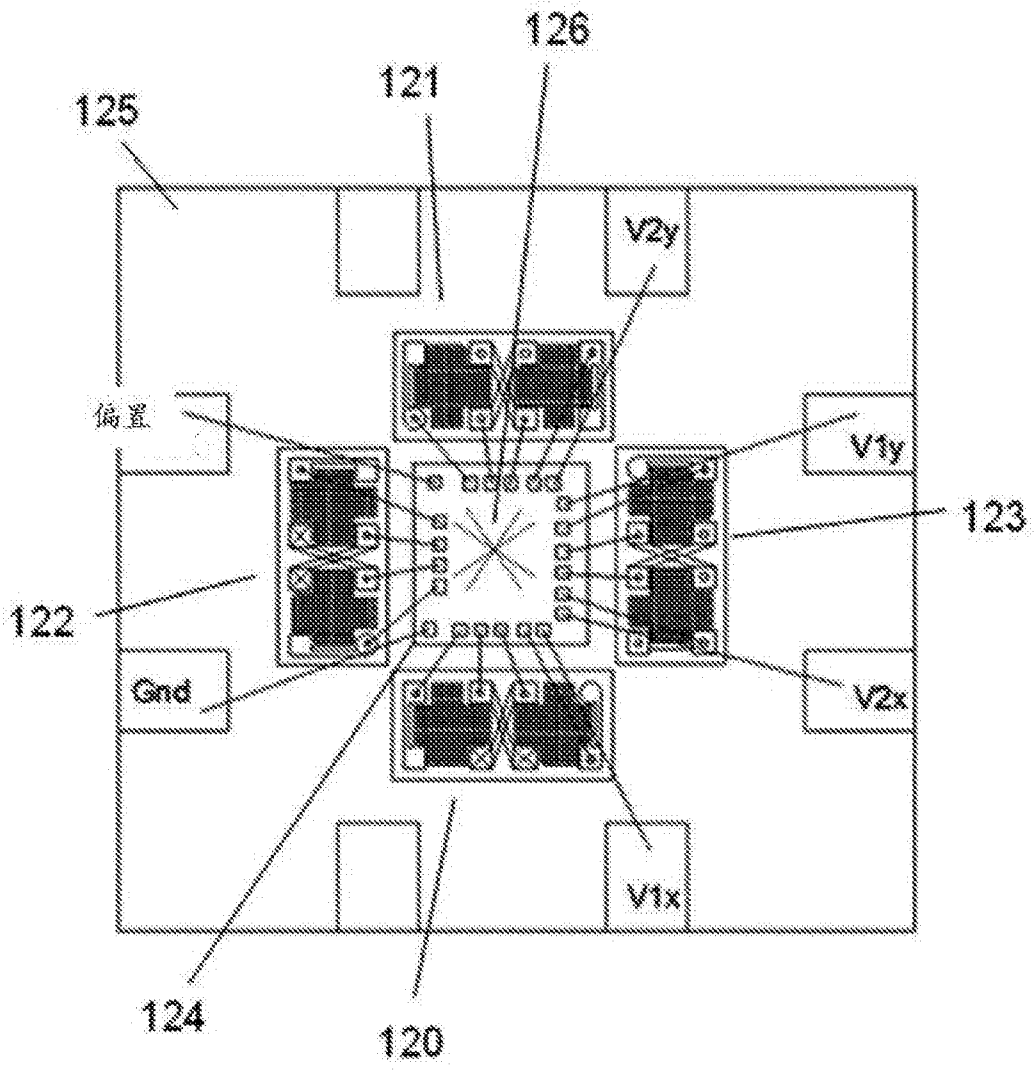


图 16

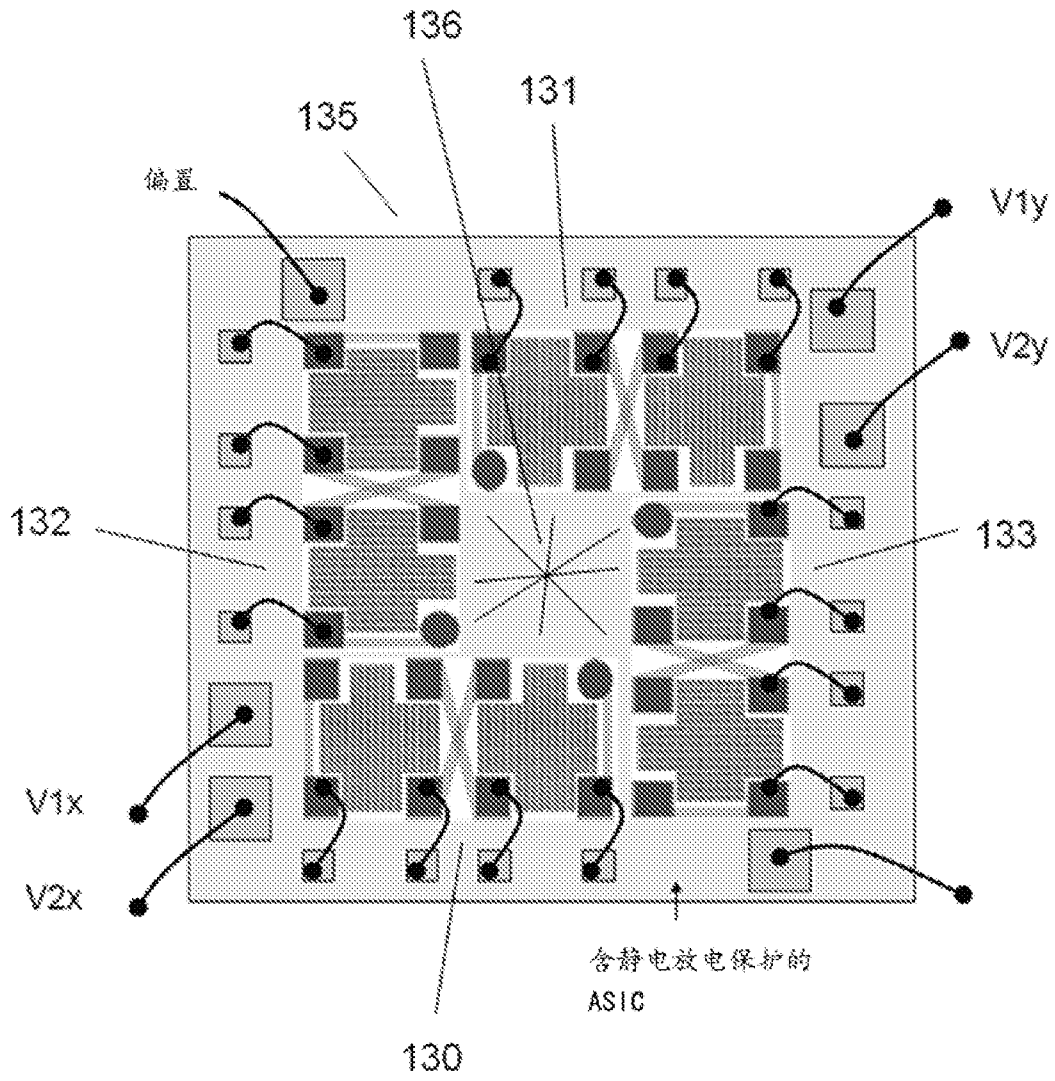


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/070743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 7/30 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B 7/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: JIANGSU MULTI DIMENSION TECHNOLOGY CO., LTD.; gmr, tmr, pin, gordic algorithm, magnet+, error?, distort+, adjust+, compensat+, correct+, calibrat+, orthogona+, trigonometr+, sine, cosine, amplitude

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104677266 A (JIANGSU MULTI DIMENSION TECHNOLOGY CO., LTD.), 03 June 2015 (03.06.2015), description, paragraphs [0048]-[0075], and figures 1-17	1-20
A	CN 102072698 A (HITACHI LTD.), 25 May 2011 (25.05.2011), description, paragraphs [0147]-[0175] and [0310]-[0342], and figures 7 and 24	1-20
A	CN 1789920 A (ALPS ELECTRIC CO., LTD.), 21 June 2006 (21.06.2006), the whole document	1-20
A	CN 101644561 A (TDK CORPORATION), 10 February 2010 (10.02.2010), the whole document	1-20
A	US 2014253106 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG.), 11 September 2014 (11.09.2014), the whole document	1-20
A	JP 2007304000 A (TOKAI RIKA DENKI K.K.), 22 November 2007 (22.11.2007), the whole document	1-20
A	JP 2009277315 A (PANASONIC CORP.), 26 November 2009 (26.11.2009), the whole document	1-20

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search

15 March 2016 (15.03.2016)

Date of mailing of the international search report

24 March 2016 (24.03.2016)

Name and mailing address of the ISA/CN:
 State Intellectual Property Office of the P. R. China
 No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
 Haidian District, Beijing 100088, China
 Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer

YANG, Xiaolin

Telephone No.: (86-10) **01062413535**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/070743

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1544579 A1 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.), 22 June 2005 (22.06.2005), the whole document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/070743

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104677266 A	03 June 2015	None	
CN 102072698 A	25 May 2011	CN 102072698 B	07 May 2014
		JP 2011106935 A	02 June 2011
		US 8441252 B2	14 May 2013
		EP 2333492 B1	27 January 2016
		US 2011115477 A1	19 May 2011
		JP 5096442 B2	12 December 2012
		EP 2333492 A1	15 June 2011
CN 1789920 A	21 June 2006	CN 100414255 C	27 August 2008
		EP 1672321 A2	21 June 2006
		EP 1672321 B1	18 January 2012
		US 2006136169 A1	22 June 2006
		US 7231313 B2	12 June 2007
		JP 2006194861 A	27 July 2006
		JP 4689435 B	25 May 2011
CN 101644561 A	10 February 2010	CN 101644561 B	31 August 2011
		US 8258782 B2	04 September 2012
		JP 5105201 B2	26 December 2012
		JP 2010054495 A	11 March 2010
		US 2010026282 A1	04 February 2010
US 2014253106 A1	11 September 2014	US 2010060263 A1	11 March 2010
		US 8058866 B2	15 November 2011
		US 2012025808 A1	02 February 2012
		US 8736257 B2	27 May 2014
		DE 102009039574 A1	11 March 2010
		DE 102015107711 A1	26 November 2015
JP 2007304000 A	22 November 2007	None	
JP 2009277315 A	26 November 2009	None	
EP 1544579 A1	22 June 2005	JP 2005180941 A	07 July 2005
		JP 4194484 B2	10 December 2008

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01B 7/30 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>G01B7/-</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 江苏多维科技有限公司, 磁阻, 磁电阻, gmr, tmr, 补正, 修正, 补偿, 校正, 校准, 误差, 畸变, 正交, 正弦, 余弦, 三角, 钉扎, 扎钉, 幅度, 振幅, gordic 算法, magnet+, error?, distort+, adjust+, compensat+, correct+, calibrat+, orthogona+, trigonometr+, sine, cosine, amplitude</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 104677266 A (江苏多维科技有限公司) 2015年 6月 3日 (2015 - 06 - 03) 说明书第[0048]-[0075]段, 附图1-17</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102072698 A (株式会社日立制作所) 2011年 5月 25日 (2011 - 05 - 25) 说明书第[0147]-[0175]段、第[0310]-[0342]段, 附图7、24</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1789920 A (阿尔卑斯电气株式会社) 2006年 6月 21日 (2006 - 06 - 21) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101644561 A (TDK株式会社) 2010年 2月 10日 (2010 - 02 - 10) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014253106 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG.) 2014年 9月 11日 (2014 - 09 - 11) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2007304000 A (TOKAI RIKA DENKI K.K.) 2007年 11月 22日 (2007 - 11 - 22) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2009277315 A (PANASONIC CORP.) 2009年 11月 26日 (2009 - 11 - 26) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 104677266 A (江苏多维科技有限公司) 2015年 6月 3日 (2015 - 06 - 03) 说明书第[0048]-[0075]段, 附图1-17	1-20	A	CN 102072698 A (株式会社日立制作所) 2011年 5月 25日 (2011 - 05 - 25) 说明书第[0147]-[0175]段、第[0310]-[0342]段, 附图7、24	1-20	A	CN 1789920 A (阿尔卑斯电气株式会社) 2006年 6月 21日 (2006 - 06 - 21) 全文	1-20	A	CN 101644561 A (TDK株式会社) 2010年 2月 10日 (2010 - 02 - 10) 全文	1-20	A	US 2014253106 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG.) 2014年 9月 11日 (2014 - 09 - 11) 全文	1-20	A	JP 2007304000 A (TOKAI RIKA DENKI K.K.) 2007年 11月 22日 (2007 - 11 - 22) 全文	1-20	A	JP 2009277315 A (PANASONIC CORP.) 2009年 11月 26日 (2009 - 11 - 26) 全文	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 104677266 A (江苏多维科技有限公司) 2015年 6月 3日 (2015 - 06 - 03) 说明书第[0048]-[0075]段, 附图1-17	1-20																								
A	CN 102072698 A (株式会社日立制作所) 2011年 5月 25日 (2011 - 05 - 25) 说明书第[0147]-[0175]段、第[0310]-[0342]段, 附图7、24	1-20																								
A	CN 1789920 A (阿尔卑斯电气株式会社) 2006年 6月 21日 (2006 - 06 - 21) 全文	1-20																								
A	CN 101644561 A (TDK株式会社) 2010年 2月 10日 (2010 - 02 - 10) 全文	1-20																								
A	US 2014253106 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG.) 2014年 9月 11日 (2014 - 09 - 11) 全文	1-20																								
A	JP 2007304000 A (TOKAI RIKA DENKI K.K.) 2007年 11月 22日 (2007 - 11 - 22) 全文	1-20																								
A	JP 2009277315 A (PANASONIC CORP.) 2009年 11月 26日 (2009 - 11 - 26) 全文	1-20																								
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016年 3月 15日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 3月 24日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10) 62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>杨晓林</p> <p>电话号码 (86-10) 01062413535</p>																								

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	EP 1544579 A1 (ALPS ELECTRIC CO., LTD.) 2005年 6月 22日 (2005 - 06 - 22) 全文	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/070743

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104677266	A	2015年 6月 3日	无	
CN	102072698	A	2011年 5月 25日	CN	102072698 B 2014年 5月 7日
				JP	2011106935 A 2011年 6月 2日
				US	8441252 B2 2013年 5月 14日
				EP	2333492 B1 2016年 1月 27日
				US	2011115477 A1 2011年 5月 19日
				JP	5096442 B2 2012年 12月 12日
				EP	2333492 A1 2011年 6月 15日
CN	1789920	A	2006年 6月 21日	CN	100414255 C 2008年 8月 27日
				EP	1672321 A2 2006年 6月 21日
				EP	1672321 B1 2012年 1月 18日
				US	2006136169 A1 2006年 6月 22日
				US	7231313 B2 2007年 6月 12日
				JP	2006194861 A 2006年 7月 27日
				JP	4689435 B 2011年 5月 25日
CN	101644561	A	2010年 2月 10日	CN	101644561 B 2011年 8月 31日
				US	8258782 B2 2012年 9月 4日
				JP	5105201 B2 2012年 12月 26日
				JP	2010054495 A 2010年 3月 11日
				US	2010026282 A1 2010年 2月 4日
US	2014253106	A1	2014年 9月 11日	US	2010060263 A1 2010年 3月 11日
				US	8058866 B2 2011年 11月 15日
				US	2012025808 A1 2012年 2月 2日
				US	8736257 B2 2014年 5月 27日
				DE	102009039574 A1 2010年 3月 11日
				DE	102015107711 A1 2015年 11月 26日
JP	2007304000	A	2007年 11月 22日	无	
JP	2009277315	A	2009年 11月 26日	无	
EP	1544579	A1	2005年 6月 22日	JP	2005180941 A 2005年 7月 7日
				JP	4194484 B2 2008年 12月 10日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)