

(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
2012 年 9 月 20 日 (20.09.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/122713 A1

(51) 国际专利分类号:
G01C 19/72 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2011/071892

(22) 国际申请日: 2011 年 3 月 17 日 (17.03.2011)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201110061984.0 2011 年 3 月 15 日 (15.03.2011) CN

(71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 北京大学 (PEKING UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区颐和园路 5 号, Beijing 100871 (CN)。

(72) 发明人: 及

(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 杨川川 (YANG, Chuan-chuan) [CN/CN]; 中国北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学电子学系, Beijing 100871 (CN)。 王子宇

(WANG, Ziyu) [CN/CN]; 中国北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学电子学系, Beijing 100871 (CN)。

(74) 代理人: 北京君尚知识产权代理事务所 (普通合伙) (BEIJING JOYSHINE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区北四环西路 68 号左岸工社 1316-1317 室, Beijing 100080 (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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。

[见续页]

(54) Title: SAGNAC PHASE SHIFT TRACING METHOD FOR FIBER OPTIC GYROSCOPES

(54) 发明名称: 一种光纤陀螺仪的萨格奈克相移跟踪方法

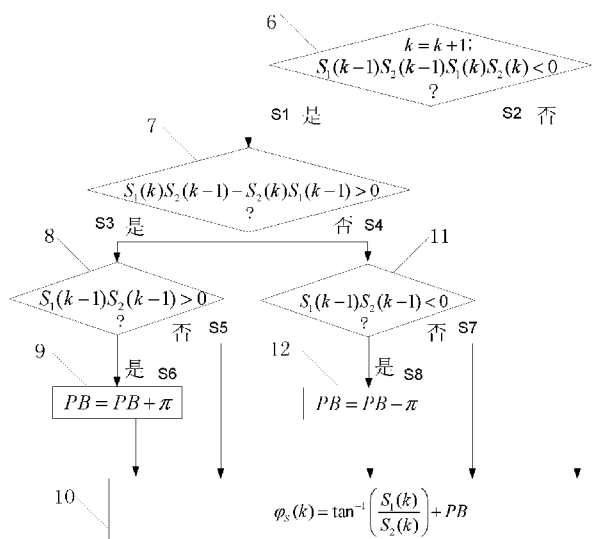


图 2 /Fig.2

(57) Abstract: A Sagnac phase shift tracing method for fiber optic gyroscopes is provided. The method comprises: 1) filtering and demodulating a detecting signal sampled at the moment of $k=0$ to obtain a first harmonic demodulated signal $S_1(0)$ and a second harmonic demodulated signal $S_2(0)$ of the detecting signal; 2) according to $S_1(0)$ and $S_2(0)$, calculating a Sagnac phase shift $\phi_s(0)$ of the fiber optic gyroscope at the moment of $k=0$, and initializing an initial value of a phase shift parameter PB to zero; 3) filtering and demodulating a detecting signal sampled on the following time k , obtaining a current first harmonic demodulated signal $S_1(k)$ and a current second harmonic demodulated signal $S_2(k)$, and determining a current Sagnac phase shift value $\phi_s(k)$ according to $S_1(k)$, $S_2(k)$, a former first harmonic demodulated signal $S_1(k-1)$, and a second harmonic demodulated signal $S_2(k-1)$.

[见续页]

S1 YES
S2 NO
S3 YES
S4 NO
S5 NO
S6 YES
S7 NO
S8 YES



(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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

一种光纤陀螺仪的萨格奈克相移跟踪方法。该方法包括: 1) 对 $K=0$ 时刻采集的探测信号进行滤波解调, 得到该探测信号的一、二次谐波解调信号 $S_1(0)$ 和 $S_2(0)$; 2) 根据 $S_1(0)$ 、 $S_2(0)$ 计算得到 $k=0$ 时刻光纤陀螺仪的萨格奈克相移 $\phi_s(0)$, 并初始化相位偏置参数 PB 的初始值为 0; 3) 对后续 k 时刻采集的探测信号进行滤波解调, 得到当前时刻的一、二次谐波解调信号 $S_1(k)$ 和 $S_2(k)$; 并根据 $S_1(k)$ 、 $S_2(k)$ 以及前一时刻的一次谐波信号 $S_1(k-1)$ 、二次谐波信号 $S_2(k-1)$, 确定当前时刻的萨格奈克相移 $\phi_s(k)$ 值。

一种光纤陀螺仪的萨格奈克相移跟踪方法

技术领域

本发明属于光纤传感领域，特别涉及一种光纤陀螺仪的萨格奈克相移跟踪方法。

背景技术

光纤传感技术是被广泛关注的新型传感技术，作为光纤传感领域最重要的成就之一，光纤陀螺目前被广泛的研究和应用。光纤陀螺是基于萨格奈克效应的角速度测量仪，有多种可能的工作模式，如：谐振式、干涉式、慢光方式等等，目前技术比较成熟并能够投入大规模使用的光纤陀螺仪是干涉式光纤陀螺仪。干涉式光纤陀螺仪有两种基本结构：开环结构和闭环结构。

开环光纤陀螺直接检测光路中的萨格奈克相移，所以系统的工作点随输入角速度而改变；闭环光纤陀螺通过反馈回路抵消光路中的萨格奈克相移，而将反馈信号作为检测信号，所以系统的工作点不随输入角速度而改变。基于这样的工作原理，这两类光纤陀螺仪都有各自的优点和不足：相较之下，闭环光纤陀螺仪的突出优势是更高的标度因数稳定性、更大的动态范围和更小的漂移；开环光纤陀螺仪由于没有使用反馈回路而具有更好的抗温度冲击、机械冲击、机械振动特性，更好的抗电磁干扰能力，更高的可靠性以及更低的生产和使用维护成本。参考文献：张桂才，光纤陀螺原理与技术，国防工业出版社，2008。

随着微电子技术和软件工程技术的高速发展，信号处理技术应运而生并得到了迅速的发展。本发明提出一种应用于光纤陀螺探测器后端的信号处理方法，在开环光纤陀螺上使用该技术，开环光纤陀螺的动态范围可达到闭环光纤陀螺仪的水平。基于该技术，可衍生出同时拥有开环和闭环光纤陀螺优势的新一代光纤陀螺。

开环光纤陀螺仪的基本结构示意图如图 1 所示，模块 5 探测器输出的探测信号为

$$I_D(t) = I_0 \{1 + \cos[\varphi_s + \Delta\varphi(t)]\} \quad (1)$$

其中， φ_s 为萨格奈克相移， I_0 为探测信号的平均功率， $\Delta\varphi(t)$ 由模块 4 调相器的输出信号决定。

一般的开环光纤陀螺选用 PZT 调相器，由于其频带较窄，大多数开环光纤陀螺采用正弦相位调制，由此可以得到：

$$\Delta\varphi(t) = 2\varphi_m \sin\left(\frac{\omega_m \tau}{2}\right) \cos\left[\omega_m\left(t - \frac{\tau}{2}\right)\right] \quad (2)$$

其中 φ_m 为调制幅度, ω_m 为调制频率, τ 为光通过线圈 3 的传输时间。

将公式(2)带入公式(1)使用贝塞尔函数展开探测信号 $I_D(t)$ 可以得到:

$$I_D(t) = I_0 \left\{ 1 + \left[J_0(\eta_\varphi) + 2 \sum (-1)^n J_{2n}(\eta_\varphi) \cos 2n\omega_m \left(t - \frac{\tau}{2}\right) \right] \cos \varphi_s + \right. \\ \left. 2 \sum (-1)^{n+1} J_{2n+1}(\eta_\varphi) \sin \left[(2n+1)\omega_m \left(t - \frac{\tau}{2}\right) \right] \sin \varphi_s \right\} \quad (3)$$

其中, n 为整数; J_n 为 η_φ 的第一类 n 阶贝塞尔函数, $\eta_\varphi = 2\varphi_m \sin\left(\frac{\omega_m \tau}{2}\right)$ 。

从上式可以看到, 探测信号中包含相位调制信号的基频信号以及各次谐波信号。检测 $I_D(t)$ 的一次谐波, 可以得到光纤陀螺的输出信号:

$$I_{out}(t) \propto I_0 \sin \varphi_s \quad (4)$$

由公式(4)可以得到, 开环光纤陀螺的动态范围最大为 $\sin$ 函数的单值区间 $[-\pi/2 \ \pi/2)$ 。光纤陀螺萨格奈克相移 φ_s 和系统转动角速度 Ω 的关系表达式为:

$$\varphi_s = \frac{4\pi RL}{\bar{\lambda}c} \Omega \quad (5)$$

其中, $\bar{\lambda}$ 为模块 1 光源的平均波长, c 为光在真空中的传输速度, R 为模块 3 光纤线圈的半径, L 为光纤线圈的长度。将(5)带进(4)可以得到, 受限于 $\sin$ 函数的单值区间, 开环光纤陀螺能够测量的角速度 Ω 的最大动态范围为 $\left[-\frac{\bar{\lambda}c}{8RL} \ \frac{\bar{\lambda}c}{8RL}\right)$ 。

从上面的分析可以得到, 开环光纤陀螺的动态范围和线圈的半径以及长度成反比, 结合公式(5), 提高开环光纤陀螺的动态范围就要减小系统转动引起的萨格奈克相移从而降低陀螺仪的灵敏度和精度。

为了提高开环光纤陀螺的动态范围, 处于公开阶段申请号为 200710160367.X 的发明专利中提出了一种方法, 使用调相器对光纤陀螺进行多个不同幅度的相位调制, 对相应的陀螺仪输出信号进行采样并进行数据处理和组合, 达到扩展开环光纤陀螺单调区间范围的目的。申请号为 200710160367.X 的发明专利通过信号处理将开环光纤陀螺能够测量的单调萨格奈克

相移区间由上面分析中提到的 $[-\pi/2 \ \pi/2)$ 扩展到 $[-23\pi/16 \ 23\pi/16)$ ，即扩展了 $23/8$ 倍，但是该发明的关键之处是调相器不再工作于上面描述的常规状态，而是在一个调制周期内工作在 5 个调制阶段，各个阶段有不同的固定的调制幅度，这对调相器输出的调制信号的精度要求高，调制幅度需要比较严格的控制，调制信号的误差将影响整个发明实施的效果。

发明内容

本发明的目的在于提出一种光纤陀螺仪的萨格奈克相移跟踪方法，可应用于探测器后端的萨格奈克相移跟踪，其在不改变开环光纤陀螺的结构，同时不降低陀螺仪精度的前提下，大大提高光纤陀螺的动态范围；本发明使陀螺仪的动态范围不再和线圈的尺寸参数相关，可以进一步提高光纤陀螺的精度和比例因子线性度，衍生出同时拥有开环和闭环光纤陀螺优势的新型光纤陀螺仪。

本发明的技术方案为：

一种光纤陀螺仪的萨格奈克相移跟踪方法，其中，所述光纤陀螺仪为：激光光源经耦合器 1 与一偏振器连接，所述偏振器经一耦合器 2 与一光纤环连接，所述光纤环与所述耦合器 2 之间连接一调相器，所述耦合器 1 另一端口与一探测器连接且所述探测器与所述激光光源位于所述耦合器 1 的同一侧，所述探测器的输出端依次经一滤波及模数转换模块、信号处理模块、数模转换模块与所述调相器的控制端连接；其步骤为：

- 1) 对 $k=0$ 时刻采集的探测信号进行滤波解调，得到 $k=0$ 时刻探测信号的一次谐波解调信号 $S_1(0)$ 和二次谐波解调信号 $S_2(0)$ ；其中， k 为采样时刻；
- 2) 根据 $S_1(0)$ 、 $S_2(0)$ 计算得到 $k=0$ 时刻光纤陀螺的萨格奈克相移 $\varphi_s(0)$ ，并初始化一相位偏置参数 PB 的初始值为 0；
- 3) 对后续 k 时刻采集的探测信号进行滤波解调，得到当前时刻的一次谐波解调信号 $S_1(k)$ 、二次谐波解调信号 $S_2(k)$ ；并根据 $S_1(k)$ 、 $S_2(k)$ 以及前一时刻的一次谐波解调信号 $S_1(k-1)$ 、二次谐波解调信号 $S_2(k-1)$ ，确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值。

进一步的，所述确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值的方法为：

- a) 首先判断 $S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0；如果小于 0，则进行步骤 b)；否则

$$\text{直接输出萨格奈克相移测量值 } \varphi_s(k) = \tan^{-1} \left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)} \right) + PB;$$

b) 如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0, 则: 当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0 时, 将参数

PB 更新为 $PB + \pi$, 然后输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$, 否则直接输出

$\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$; 如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 不大于 0, 则: 当

$S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0 时, 将参数 PB 更新为 $PB - \pi$, 然后输出

$\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$, 否则直接输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ 。

进一步的, 所述确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值的方法为:

a) 首先判断 $S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0; 如果小于 0, 则进行步骤 b), 否则, 进行步骤 c);

b) 如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0, 则: 当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0 时, 将参

数 PB 更新为 $PB + \pi$, 然后输出 $\varphi_s(k) = -\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right) + PB$, 否则, 直接输出

$\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$; 如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 不大于 0, 则: 当

$S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0 时, 将参数 PB 更新为 $PB - \pi$, 然后输出

$\varphi_s(k) = \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right) + PB$, 否则, 直接输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$;

c) 如果 $|S_1(k)| > |S_2(k)|$, 则: 当 $S_1(k)$ 大于 0 时, 输出 $\varphi_s(k) = \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right) + PB$;

否则, 直接输出 $\varphi_s(k) = -\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right) + PB$; 如果 $|S_1(k)| \leq |S_2(k)|$, 则直接输出

$\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ 。

进一步的, 根据公式 $\varphi_s(0) = \tan^{-1}\frac{S_1(0)}{S_2(0)}$ 计算 $k=0$ 时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(0)$ 。

进一步的, 所述探测器输出端经一放大器与所述滤波及模数转换模块的输入端连接。

一种光纤陀螺仪的萨格奈克相移跟踪方法，其中所述光纤陀螺仪为：激光光源经耦合器 1 与一偏振器连接，所述偏振器经一耦合器 2 与一光纤环连接，所述光纤环与所述耦合器 2 之间连接一调相器，所述耦合器 1 另一端口与一探测器连接且所述探测器与所述激光光源位于所述耦合器 1 的同一侧，所述探测器的输出端与一滤波器输入端连接，所述滤波器的输出端分别与一次谐波解调模块、二次谐波解调模块的输入端连接，一次谐波解调模块、二次谐波解调模块的输出端均经一模数转换模块与一信号处理模块连接；所述调相器、一次谐波解调模块的控制端分别与一振荡器的输出端连接；所述二次谐波解调模块的控制端经一 90° 相移及倍频模块与所述振荡器的输出端连接；其步骤为：

- 1) 对 $k=0$ 时刻采集的探测信号进行滤波解调，得到 $k=0$ 时刻探测信号的一次谐波解调信号 $S_1(0)$ 和二次谐波解调信号 $S_2(0)$ ；其中， k 为采样时刻；
- 2) 根据 $S_1(0)$ 、 $S_2(0)$ 计算得到 $k=0$ 时刻光纤陀螺的萨格奈克相移 $\varphi_s(0)$ ，并初始化一相位偏置参数 PB 的初始值为 0；
- 3) 对后续 k 时刻采集的探测信号进行滤波解调，得到当前时刻的一次谐波解调信号 $S_1(k)$ 、二次谐波解调信号 $S_2(k)$ ；并根据 $S_1(k)$ 、 $S_2(k)$ 以及前一时刻的一次谐波解调信号 $S_1(k-1)$ 、二次谐波解调信号 $S_2(k-1)$ ，确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值。

进一步的，所述确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值的方法为：

- a) 首先判断 $S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0；如果小于 0，则进行步骤 b)；否则直接输出萨格奈克相移测量值 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ；

- b) 如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0，则：当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0 时，将参数 PB 更新为 $PB + \pi$ ，然后输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ，否则直接输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ；如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 不大于 0，则：当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0 时，将参数 PB 更新为 $PB - \pi$ ，然后输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ，否则直接输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ 。

进一步的，所述确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值的方法为：

- a) 首先判断 $S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0；如果小于 0，则进行步骤 b)，否则，进行步骤 c)；
- b) 如果 $S_1(k)S_2(k-1)-S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0，则：当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0 时，将参数 PB 更新为 $PB+\pi$ ，然后输出 $\varphi_s(k)=-\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$ ，否则，直接输出 $\varphi_s(k)=\tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right)+PB$ ；如果 $S_1(k)S_2(k-1)-S_2(k)S_1(k-1)$ 不大于 0，则：当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0 时，将参数 PB 更新为 $PB-\pi$ ，然后输出 $\varphi_s(k)=\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$ ，否则，直接输出 $\varphi_s(k)=\tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right)+PB$ ；
- c) 如果 $|S_1(k)|>|S_2(k)|$ ，则：当 $S_1(k)$ 大于 0 时，输出 $\varphi_s(k)=\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$ ；否则，直接输出 $\varphi_s(k)=-\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$ ；如果 $|S_1(k)|\leq|S_2(k)|$ ，则直接输出 $\varphi_s(k)=\tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right)+PB$ 。

进一步的，根据公式 $\varphi_s(0)=\tan^{-1}\frac{S_1(0)}{S_2(0)}$ 计算 $k=0$ 时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(0)$ 。

进一步的，所述探测器输出端经一放大器与所述滤波器的输入端连接。

探测信号 $I_D(t)$ 在 k 时刻采样后的一次谐波解调信号正比于 $\sin \varphi_s(k)$ ，采样后的二次谐波解调信号正比于 $\cos \varphi_s(k)$ ，两者的比例因子不同，可以分别通过转台校准实验测试得到，测试中转台提供参考转速，分别和一次以及二次谐波解调信号检测出来的转速相比得到相应的比例因子。采样后的一次谐波解调信号和二次谐波解调信号分别除以测得的相应的比例因子后可以得到：

$$S_1(k)=C \sin \varphi_s(k)$$

$$S_2(k)=C \cos \varphi_s(k) \quad (6)$$

其中， C 为公共比例系数。

本发明提出的萨格奈克相移跟踪方法包括两个阶段，1) 初始化阶段；2) 跟踪阶段。具

体的描述如下：

STEP1 初始化，在 $k=0$ 时刻，计算萨格奈克相移：

$$\varphi_s(0) = \tan^{-1} \frac{S_1(0)}{S_2(0)} \quad (7)$$

同时，设相位偏置的初值 $PB=0$ 。

STEP2 跟踪，对于 $k=k+1$ 时刻， $k=0,1,2,\dots$ ，执行图 2 流程图中所述的萨格奈克相移跟踪算法。跟踪阶段的初始参数由上面 STEP1 初始化阶段设定，跟踪算法通过对当前时刻一次以及二次谐波解调信号和前一时刻一次以及二次谐波解调信号所构成的函数取值进行判断（通过判断框 6、7、8、11 实现），确定每一步跟踪时相位偏置的更新值 PB 和每个时刻的萨格奈克相移测量值 $\varphi_s(k)$ （通过流程框 9、10、12 实现）。首先在判断框 6 进行函数值

$S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0 的判断，如果小于 0，进行判断框 7 的操作，即判断函数值 $S_1(k)S_2(k-1)-S_2(k)S_1(k-1)$ 是否大于 0；如果不大于 0，直接输出萨格奈克相移测量

值 $\varphi_s(k) = \tan^{-1} \left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)} \right) + PB$ 。对于判断框 7， $S_1(k)S_2(k-1)-S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0，则进行

判断框 8 的操作，反之则进行判断框 11 的操作。对于判断框 8，如果 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0，执行流程框 9，参数 PB 更新为 $PB+\pi$ ，继而执行流程框 10，输出的萨格奈克相移测量值为

$\varphi_s(k) = \tan^{-1} \left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)} \right) + PB$ ；如果 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 不大于 0，直接输出萨格奈克相移测量值

$\varphi_s(k) = \tan^{-1} \left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)} \right) + PB$ 。对于判断框 11，如果 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0，执行流程框 12，

参数 PB 更新为 $PB-\pi$ ，继而执行流程框 10，输出的萨格奈克相移测量值为

$\varphi_s(k) = \tan^{-1} \left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)} \right) + PB$ ；如果 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 不小于 0，直接输出萨格奈克相移测量值

$\varphi_s(k) = \tan^{-1} \left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)} \right) + PB$ 。

STEP2 的跟踪阶段除了使用图 2 所示的方案 1，还可以通过图 3 所示的方案 2 实现萨格奈克相移的跟踪。在方案 2 中，对于 $k=k+1$ 时刻， $k=0,1,2,\dots$ ，执行图 3 流程图中所述的萨格奈克相移跟踪算法。跟踪阶段的初始参数仍然由上面 STEP1 初始化阶段设定，跟踪算法仍然是通过对当前时刻一次以及二次谐波解调信号和前一时刻一次以及二次谐波解调信号所构

成的函数取值进行判断（通过判断框 6、7、8、11、15、16 实现），确定每一步跟踪时相位偏置的更新值和每个时刻的萨格奈克相移测量值（通过流程框 9、10、12、13、14 实现）。首先在判断框 6 进行函数值 $S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0 的判断，如果小于 0，进行判断框 7 的操作，即判断函数值 $S_1(k)S_2(k-1)-S_2(k)S_1(k-1)$ 是否大于 0；如果不大于 0，进行判断框 15 的操作，即判断 $|S_1(k)|$ 是否大于 $|S_2(k)|$ 。 $S_1(k)S_2(k-1)-S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0，则进行判断框 8 的操作，反之则进行判断框 11 的操作。对于判断框 8，如果 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0，执行流程框 9，参数 PB 更新为 $PB+\pi$ ，继而执行流程框 13，输出的萨格奈克相移测量值为 $\varphi_s(k)=-\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$ ；如果 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 不大于 0，输出的萨格奈克相移测量值为 $\varphi_s(k)=\tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right)+PB$ 。对于判断框 11，如果 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0，执行流程框 12，参数 PB 更新为 $PB-\pi$ ，继而执行流程框 14，输出的萨格奈克相移测量值为 $\varphi_s(k)=\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$ ；如果 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 不小于 0，输出的萨格奈克相移测量值为 $\varphi_s(k)=\tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right)+PB$ 。对于判断框 15，如果 $|S_1(k)|>|S_2(k)|$ ，进行判断框 16 的操作，判断 $S_1(k)$ 是否大于 0；反之进行流程框 10 的操作，输出萨格奈克相移测量值 $\varphi_s(k)=\tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right)+PB$ 。对于判断框 16， $S_1(k)>0$ ，执行流程框 14 的操作，输出萨格奈克相移测量值 $\varphi_s(k)=\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$ ；反之，执行流程框 13 的操作，输出萨格奈克相移测量值 $\varphi_s(k)=-\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$ 。

跟踪阶段的核心思想是通过 S_1 和 S_2 的历史数据判断萨格奈克相移所处的象限，根据 S_1 和 S_2 的当前测量结果确定基准角度值。本发明已基于此思想给出了两种不同的实现方式，本领域的相关研究人员也可能稍作修改给出别的实施例。需要指出的是，任何基于本专利提出的跟踪原理以实现扩展光纤陀螺动态范围这一目的的方法都应属于本专利的保护范围。

本发明提出了一种新的扩展开环光纤陀螺动态范围提高比例因子线性度的方法——萨格

奈克相移跟踪方法。该方法是一个递推算法，通过当前时刻和前一时刻一次谐波和二次谐波的解调信号来判断当前时刻萨格奈克相移所处的象限，使开环光纤陀螺能够测量的系统转动角速度所对应的萨格奈克相移单调区间突破 $[-\pi/2 \ \pi/2)$ ，达到闭环光纤陀螺的测量范围。

使用萨格奈克相移跟踪，开环光纤陀螺仪的动态范围不再受限于线圈的尺寸参数，在大大扩展动态范围的同时，可以进一步提高陀螺仪的灵敏度和精度。该方法是探测器后端的信号处理方法，不涉及开环陀螺结构上的改变以及相关硬件功能的改变，因此衍生出的新型光纤陀螺可以同时具备传统开环和闭环陀螺仪的优势，具有极高的实用价值。

与现有技术相比，本发明的积极效果为：

本发明的信号处理方法，在不改变图 1 所示开环光纤陀螺结构以及元件功能（调相器仍然工作在常规状态下）即不增加硬件复杂度的基础上，使光纤陀螺能够测量的系统转动角速度所对应的萨格奈克相移单调区间完全突破 $[-\pi/2 \ \pi/2)$ 的单调区间，扩展到了各个象限，使开环光纤陀螺的动态范围达到闭环结构陀螺的水平。

使用本方法，开环光纤陀螺仪的动态范围不再和线圈的尺寸参数相关，这为开环光纤陀螺进一步提高精度和比例因子线性度铺平了道路，由此衍生出的新型光纤陀螺仪可以同时具备传统开环和闭环陀螺仪的优势。

附图说明

图 1、开环光纤陀螺仪的基本结构；

图 2、萨格奈克相移跟踪算法跟踪阶段流程图（方案 1）；

图 3、萨格奈克相移跟踪算法跟踪阶段流程图（方案 2）；

图 4、基于数字解调实施萨格奈克相移跟踪；

图 5、基于模拟解调实施萨格奈克相移跟踪。

其中：1—激光光源，2—偏振器，3—光纤环，4—调相器，5—探测器，6、7、8、11、15、16 分别为条件判断框，9、10、12、13、14 分别为流程框，17—放大滤波及模数转换模块，18—信号处理模块，19—数模转换模块，20—放大滤波模块，21—一次谐波解调模块，22—二次谐波解调模块，23—模数转换模块，24—信号处理模块，25—振荡器，26— 90° 相移及倍频模块。

具体实施方式

本部分将结合图 4，图 5 说明本发明的具体实施方式。

本发明的第 1 种实施方式原理框图如图 4 所示,探测器输出的模拟信号 $I_D(t)$ 输入模块 17, 先进行放大然后进行低通滤波, 滤波的作用是滤除探测信号 $I_D(t)$ 中的三次及更高次谐波信号, 同时进行噪声的抑制。滤波后的信号进行 A/D 采样, 然后输入信号处理模块 18。模块 18 中首先进行数字解调, 对输入信号进行一次谐波信号和二次谐波信号解调, 一次谐波解调信号正比于 $\sin \varphi_s(k)$, 二次谐波解调信号正比于 $\cos \varphi_s(k)$, 通过实验测试得到比例因子, 对比例因子进行处理, 得到一次以及二次谐波解调信号 $S_1(k)$ 和 $S_2(k)$, $k=0,1,2,\dots$ 。对得到的解调信号执行发明原理部分给出的萨格奈克相移跟踪算法处理 (见 STEP1 和 STEP2 中的具体描述), 最后输出处理后的数据, 即萨格奈克相移的测量值。模块 18 同时要输出数字信号, 控制模块 19 所示的 D/A 变换器, 使其输出和一次谐波解调信号同频的模拟信号控制线圈中的调相器。

本发明的第 2 种实施方式原理框图如图 5 所示, 探测器输出的模拟信号 $I_D(t)$ 输入模块 20 进行放大和带通滤波, 这里的带通滤波滤除信号中的直流信号和三次及更高次谐波信号。经过放大和滤波后的信号分成两路, 分别进行模拟的一次谐波信号 (模块 21 所示) 和二次谐波信号 (模块 22 所示) 解调。需要说明的是也可在放大器后使用两个并联的带通滤波器, 分别滤出一次和二次谐波信号, 而后分别进行模拟的一次谐波信号 (模块 21 所示) 和二次谐波信号 (模块 22 所示) 解调。解调后的两路信号输入模块 23 进行 A/D 采样, 采样后的信号输入模块 24 进行信号处理。如上面所述, 一次谐波解调信号正比于 $\sin \varphi_s(k)$, 二次谐波解调信号正比于 $\cos \varphi_s(k)$, 模块 24 首先使用实验测试得到比例因子对解调信号进行处理, 得到 $S_1(k)$ 和 $S_2(k)$, $k=0,1,2,\dots$, 之后对得到的解调信号执行发明原理部分给出的 STEP1 和 STEP2 描述的萨格奈克相移跟踪算法, 最后输出萨格奈克相移的测量值。在该方案中, 线圈中的调相器由模块 25 所示的振荡器控制, 使用振荡器信号产生解调信号, 同时控制模块 21 和模块 22 的一次谐波解调和二次谐波解调。

权 利 要 求 书

1. 一种光纤陀螺仪的萨格奈克相移跟踪方法，其中所述光纤陀螺仪为：激光光源经耦合器 1 与一偏振器连接，所述偏振器经一耦合器 2 与一光纤环连接，所述光纤环与所述耦合器 2 之间连接一调相器，所述耦合器 1 另一端口与一探测器连接且所述探测器与所述激光光源位于所述耦合器 1 的同一侧，所述探测器的输出端依次经一滤波及模数转换模块、信号处理模块、数模转换模块与所述调相器的控制端连接；其步骤为：
 - 1) 对 $k=0$ 时刻采集的探测信号进行滤波解调，得到 $k=0$ 时刻探测信号的一次谐波解调信号 $S_1(0)$ 和二次谐波解调信号 $S_2(0)$ ；其中， k 为采样时刻；
 - 2) 根据 $S_1(0)$ 、 $S_2(0)$ 计算得到 $k=0$ 时刻光纤陀螺的萨格奈克相移 $\varphi_s(0)$ ，并初始化一相位偏置参数 PB 的初始值为 0；
 - 3) 对后续 k 时刻采集的探测信号进行滤波解调，得到当前时刻的一次谐波解调信号 $S_1(k)$ 、二次谐波解调信号 $S_2(k)$ ；并根据 $S_1(k)$ 、 $S_2(k)$ 以及前一时刻的一次谐波解调信号 $S_1(k-1)$ 、二次谐波解调信号 $S_2(k-1)$ ，确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值的方法为：
 - a) 首先判断 $S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0；如果小于 0，则进行步骤 b)；否则直接输出萨格奈克相移测量值 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ；
 - b) 如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0，则：当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0 时，将参数 PB 更新为 $PB + \pi$ ，然后输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ，否则直接输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ；如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 不大于 0，则：当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0 时，将参数 PB 更新为 $PB - \pi$ ，然后输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ，否则直接输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ 。
3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于所述确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值的方法

为:

a) 首先判断 $S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0; 如果小于 0, 则进行步骤 b), 否则, 进行步骤 c);

b) 如果 $S_1(k)S_2(k-1)-S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0, 则: 当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0 时, 将参

数 PB 更新为 $PB+\pi$, 然后输出 $\varphi_s(k)=-\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$, 否则, 直接输出

$\varphi_s(k)=\tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right)+PB$; 如果 $S_1(k)S_2(k-1)-S_2(k)S_1(k-1)$ 不大于 0, 则: 当

$S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0 时, 将参数 PB 更新为 $PB-\pi$, 然后输出

$\varphi_s(k)=\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$, 否则, 直接输出 $\varphi_s(k)=\tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right)+PB$;

c) 如果 $|S_1(k)|>|S_2(k)|$, 则: 当 $S_1(k)$ 大于 0 时, 输出 $\varphi_s(k)=\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$;

否则, 直接输出 $\varphi_s(k)=-\frac{\pi}{2}-\tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right)+PB$; 如果 $|S_1(k)|\leq|S_2(k)|$, 则直接输出

$\varphi_s(k)=\tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right)+PB$ 。

4. 如权利要求 1 或 2 或 3 所述的方法, 其特征在于根据公式 $\varphi_s(0)=\tan^{-1}\frac{S_1(0)}{S_2(0)}$ 计算 $k=0$ 时

刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(0)$ 。

5. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于所述探测器输出端经一放大器与所述滤波及模数转换模块的输入端连接。

6. 一种光纤陀螺仪的萨格奈克相移跟踪方法, 其中所述光纤陀螺仪为: 激光光源经耦合器 1 与一偏振器连接, 所述偏振器经一耦合器 2 与一光纤环连接, 所述光纤环与所述耦合器 2 之间连接一调相器, 所述耦合器 1 另一端口与一探测器连接且所述探测器与所述激光光源位于所述耦合器 1 的同一侧, 所述探测器的输出端与一滤波器输入端连接, 所述滤波器的输出端分别与一次谐波解调模块、二次谐波解调模块的输入端连接, 一次谐波解调模块、二次谐波解调模块的输出端均经一模数转换模块与一信号处理模块连接; 所述调相器、一次谐波解调模块的控制端分别与一振荡器的输出端连接; 所述二次谐波解调模块的控制端

经一 90^0 相移及倍频模块与所述振荡器的输出端连接；其步骤为：

- 1) 对 $k=0$ 时刻采集的探测信号进行滤波解调，得到 $k=0$ 时刻探测信号的一次谐波解调信号 $S_1(0)$ 和二次谐波解调信号 $S_2(0)$ ；其中， k 为采样时刻；
 - 2) 根据 $S_1(0)$ 、 $S_2(0)$ 计算得到 $k=0$ 时刻光纤陀螺的萨格奈克相移 $\varphi_s(0)$ ，并初始化一相位偏置参数 PB 的初始值为 0；
 - 3) 对后续 k 时刻采集的探测信号进行滤波解调，得到当前时刻的一次谐波解调信号 $S_1(k)$ 、二次谐波解调信号 $S_2(k)$ ；并根据 $S_1(k)$ 、 $S_2(k)$ 以及前一时刻的一次谐波解调信号 $S_1(k-1)$ 、二次谐波解调信号 $S_2(k-1)$ ，确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值。
7. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于所述确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值的方法为：
- a) 首先判断 $S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0；如果小于 0，则进行步骤 b)；否则直接输出萨格奈克相移测量值 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ；
 - b) 如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0，则：当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0 时，将参数 PB 更新为 $PB + \pi$ ，然后输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ，否则直接输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ；如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 不大于 0，则：当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0 时，将参数 PB 更新为 $PB - \pi$ ，然后输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ，否则直接输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ 。
8. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于所述确定当前时刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(k)$ 值的方法为：
- a) 首先判断 $S_1(k-1)S_2(k-1)S_1(k)S_2(k)$ 是否小于 0；如果小于 0，则进行步骤 b)，否则，进行步骤 c)；
 - b) 如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 大于 0，则：当 $S_1(k-1)S_2(k-1)$ 大于 0 时，将参

数 PB 更新为 $PB + \pi$ ，然后输出 $\varphi_s(k) = -\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right) + PB$ ，否则，直接输出

$\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ；如果 $S_1(k)S_2(k-1) - S_2(k)S_1(k-1)$ 不大于 0，则：当

$S_1(k-1)S_2(k-1)$ 小于 0 时，将参数 PB 更新为 $PB - \pi$ ，然后输出

$\varphi_s(k) = \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right) + PB$ ，否则，直接输出 $\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ ；

c) 如果 $|S_1(k)| > |S_2(k)|$ ，则：当 $S_1(k)$ 大于 0 时，输出 $\varphi_s(k) = \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right) + PB$ ；

否则，直接输出 $\varphi_s(k) = -\frac{\pi}{2} - \tan^{-1}\left(\frac{S_2(k)}{S_1(k)}\right) + PB$ ；如果 $|S_1(k)| \leq |S_2(k)|$ ，则直接输出

$\varphi_s(k) = \tan^{-1}\left(\frac{S_1(k)}{S_2(k)}\right) + PB$ 。

9. 如权利要求 6 或 7 或 8 所述的方法，其特征在于根据公式 $\varphi_s(0) = \tan^{-1} \frac{S_1(0)}{S_2(0)}$ 计算 $k=0$ 时

刻的萨格奈克相移 $\varphi_s(0)$ 。

10. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于所述探测器输出端经一放大器与所述滤波器的输入端连接。

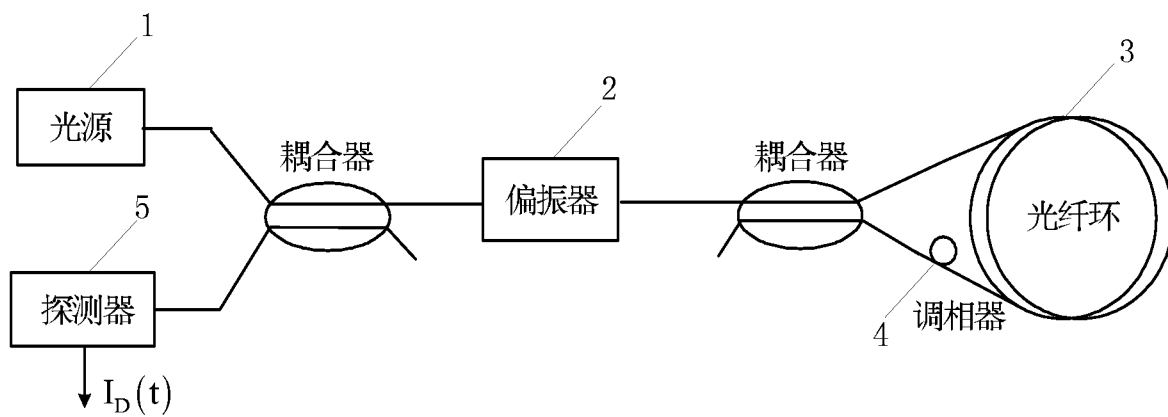


图 1

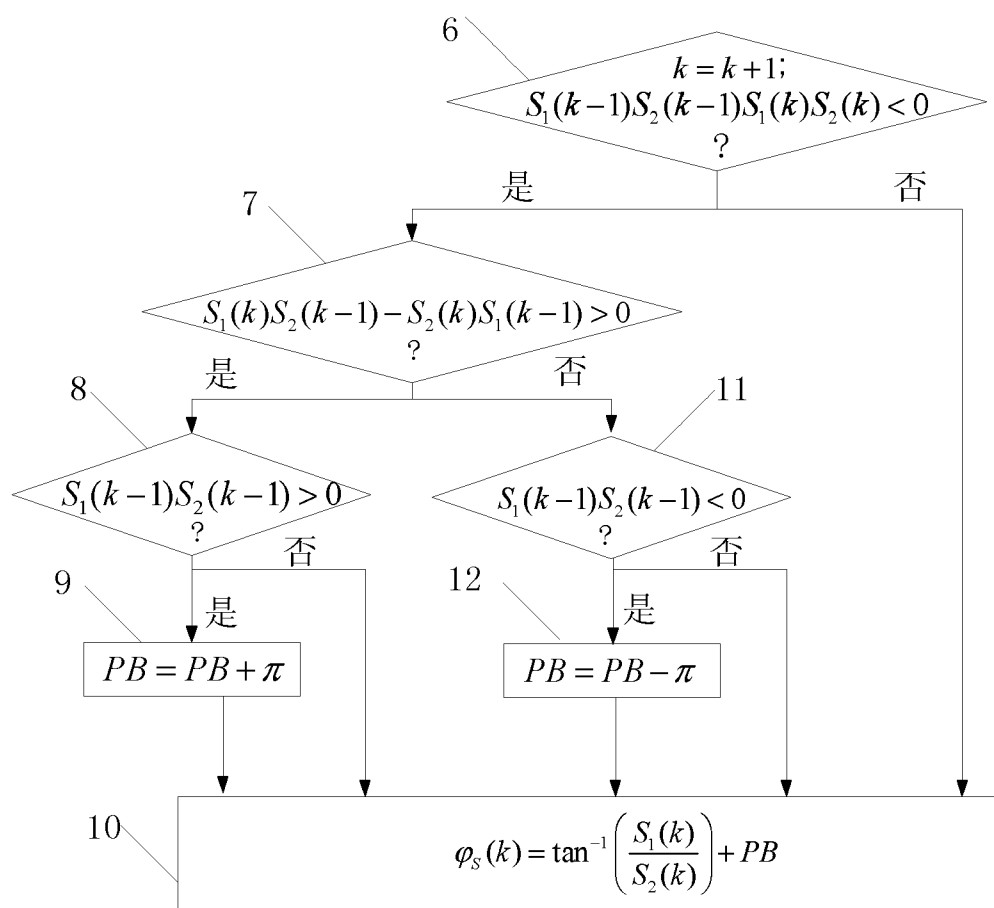


图 2

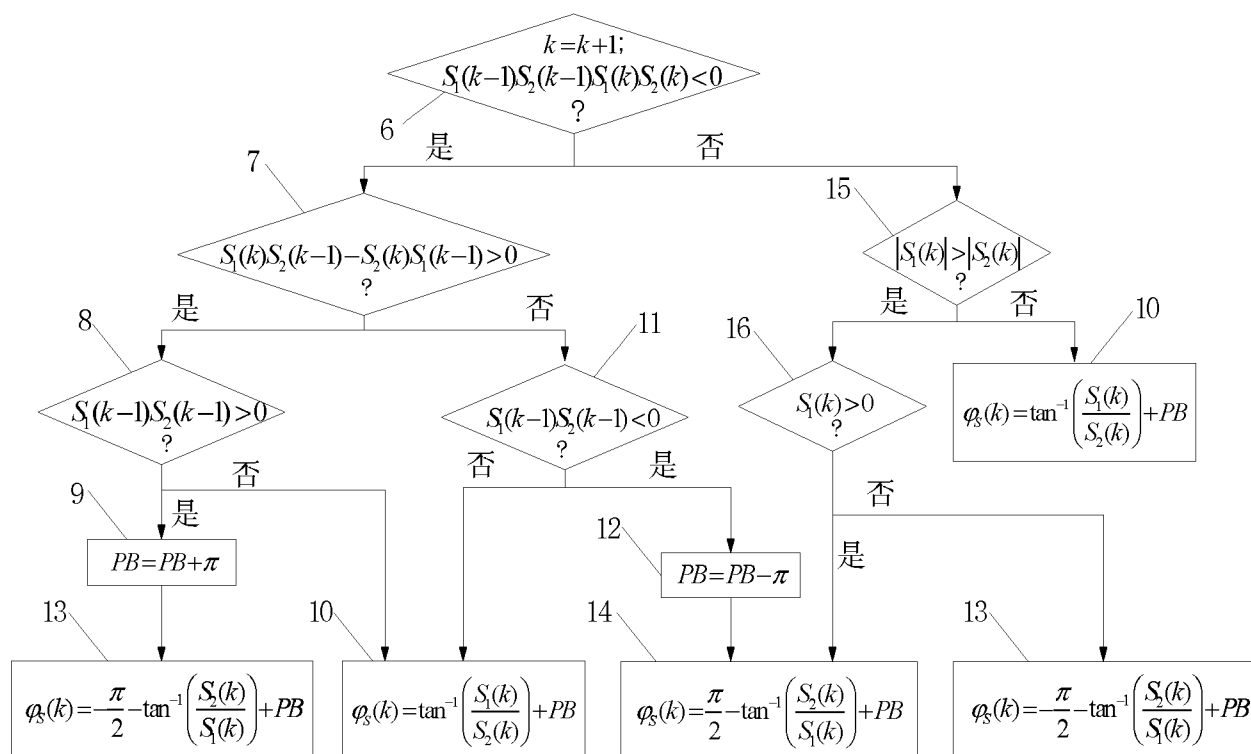


图 3

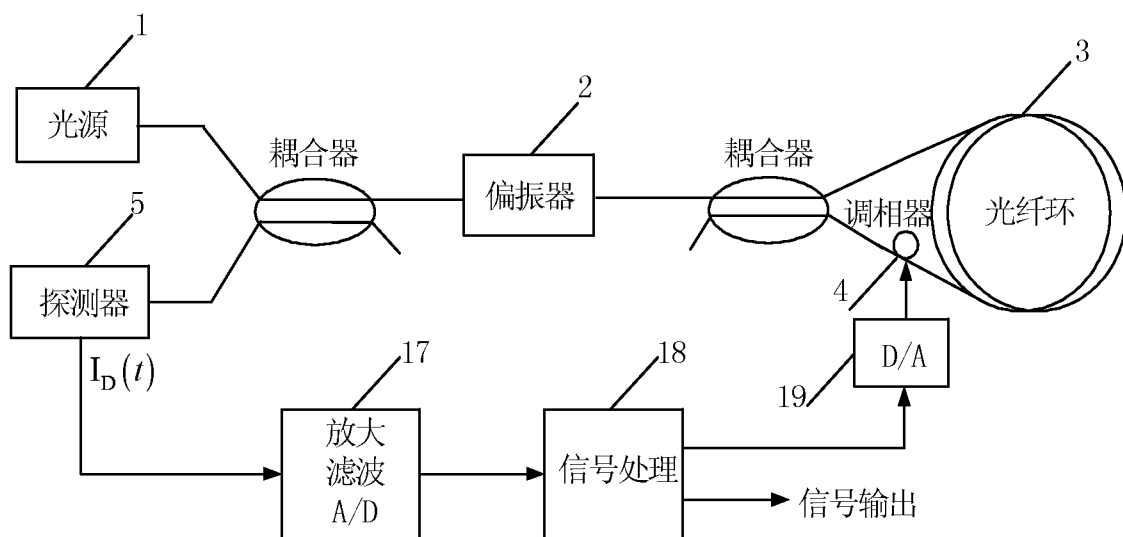


图 4

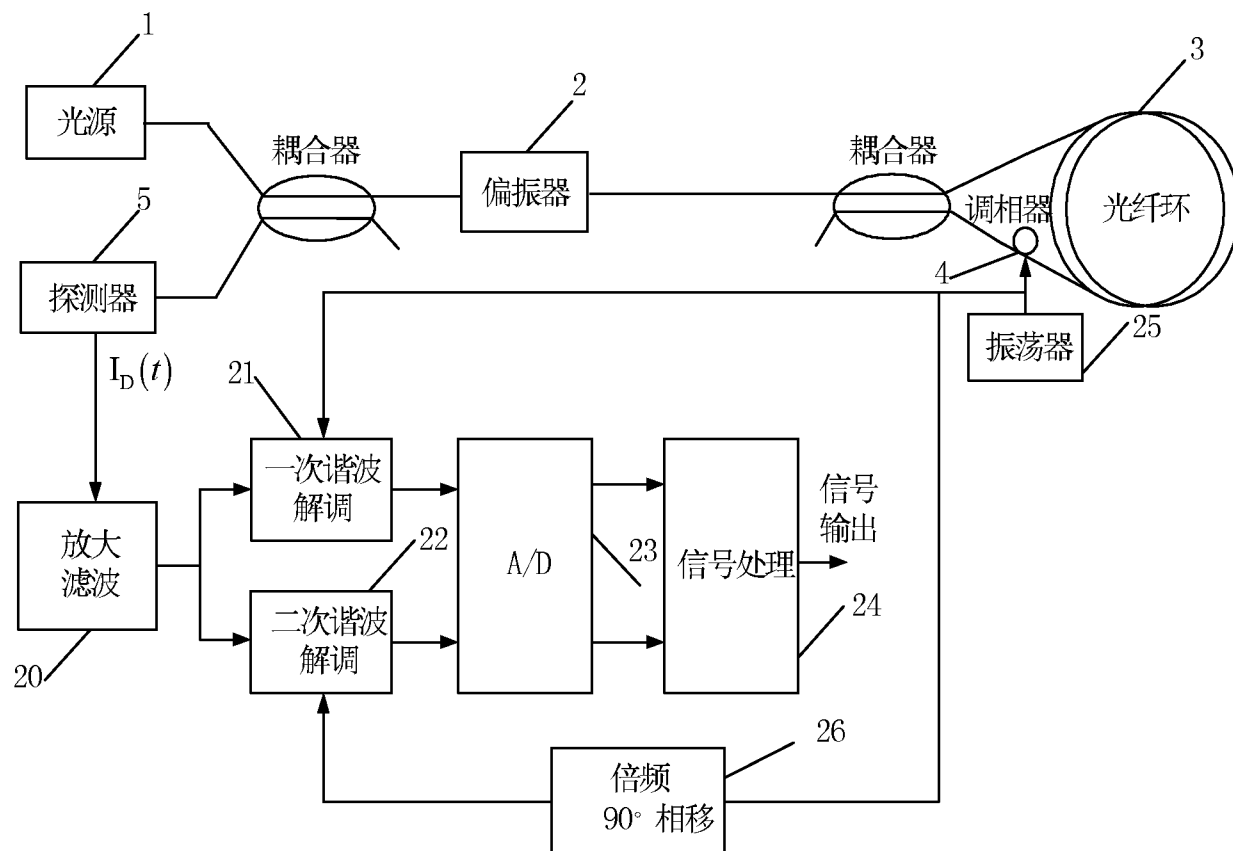


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/071892

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 19/72(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)

IPC: G01C

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)
VEN, CNABS, IEEE, CNKI: Gyroscope, gyro, Sagnac w effect, fiber w optic w gyroscope, FOG, tracing, track+, phase, shift, open?loop, open w loop

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US6028668A(ROCKWELL COLLINS INC.), 22 Feb. 2000(22.02.2000), columns 2, 4, 5 of the description, figure 1, 2	1-10
A	CN101187559A(ZHEJIANG UNIVERSITY), 28 May 2008(28.05.2008), the whole document	1-10
A	US5438411A(US SEC. OF NAVY), 01 Aug. 1995(01.08.1995), the whole document	1-10
A	JP11351882A(NIPPON KOKU DENSHI KOGYO KK), 24 Dec. 1999(24.12.1999), the whole document	1-10
A	CN101408426A(CHINA AEROSPACE ELECTRONICS CORP.), 15 Apr. 2009(15.04.2009), the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 02.Dec.2011(02.12.2011)	Date of mailing of the international search report 15 Dec. 2011 (15.12.2011)
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451	Authorized officer ZHANG, Yaling Telephone No. (86-10)62085722

Information on patent family members

PCT/CN2011/071892

None

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2011/071892

A. 主题的分类

G01C 19/72(2006.01)i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G01C

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

VEN, CNABS, IEEE, CNKI: 杨川川, 王子宇, 陀螺, 萨格奈克, 赛格奈克, 相移, 跟踪, 光纤, Gyroscope, gyro, Sagnac w effect, fiber w optic w gyroscope, FOG, tracing, track+, phase, shift, open?loop, open w loop

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	US6028668A(ROCKWELL COLLINS INC.), 22.2 月 2000(22.02.2000),说明书第 2、4、5 栏, 附图 1、2	1-10
A	CN101187559A(浙江大学),28.5 月 2008(28.05.2008),全文	1-10
A	US5438411A(US SEC. OF NAVY),01.8 月 1995(01.08.1995),全文	1-10
A	JP11351882A(NIPPON KOKU DENSHI KOGYO KK),24.12 月 1999(24.12.1999),全文	1-10
A	CN101408426A(中国航天时代电子公司),15.4 月 2009(15.04.2009),全文	1-10

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

02.12 月 2011(02.12.2011)

国际检索报告邮寄日期

15.12 月 2011 (15.12.2011)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

张亚玲

电话号码: (86-10) 62085722

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/071892

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US6028668A	22.02.2000	无	
CN101187559A	28.05.2008	无	
US5438411A	01.08.1995	无	
JP11351882A	24.12.1999	无	
CN101408426A	15.04.2009	无	