



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 95195445.8

[43]公开日 1997年9月17日

[11] 公开号 CN 1159856A

[22]申请日 95.9.26

[30]优先权

[32]94.10.10[33]DE[31]P4436181.5

[86]国际申请 PCT/DE95/01332 95.9.26

[87]国际公布 WO96/11409 德 96.4.18

[85]进入国家阶段日期 97.4.2

[71]申请人 西门子公司

地址 联邦德国慕尼黑

[72]发明人 托马斯·博塞尔曼

彼得·门克

[74]专利代理机构 柳沈知识产权律师事务所

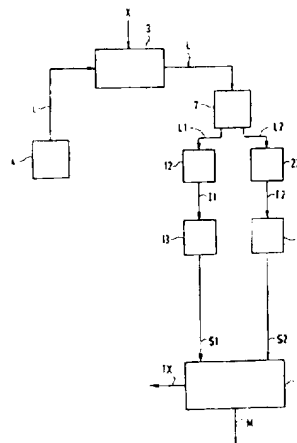
代理人 杨 梧

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 通过拟合带有温度补偿地测量交变电量的方法和装置

[57]摘要

偏振测量光 (L) 被输入耦合到探测装置 (3) 内并在透射探测装置 (3) 后在分析器 (7) 中被分解成两个不同的直线偏振分光信号 (L1, L2)。通过将强度信号的交变信号分量除以其直流信号分量对相应的强度信号 (I1, I2) 进行标准化。根据两个等式  $S1 = f1(T) * M$  和  $S2 = f2(T) * M$  由两个强度标准化信号 S1 和 S2 推导出经温度补偿的测量信号 M, 其中  $f1(T)$  和  $f2(T)$  是温度 T 的预给定的, 尤其是线性的、二次的或指数的拟合函数。在采用线性拟合函数  $f1(T)$  和  $f2(T)$  时尤其得出作为测量信号的  $M = A * S1 + B * S2$ 。



# 权 利 要 求 书

1. 一种用于测量交变电量(X)的方法, 具有如下特征:

- 5 a) 偏振测量光(L)被输入耦合到一在交变电量(X)作用下的探测装置(3)内, 该探测装置根据交变电量(X)使透射过它的测量光(L)的偏振发生变化;
- b) 测量光(L)在至少一次透射过探测装置(3)后被分析器(7)分解成两个具有不同偏振平面的直线偏振分光信号(L1, L2);
- c) 两个分光信号(L1, L2)被分别转换成电强度信号(I1, I2);
- 10 d) 对这两个电强度信号(I1, I2)中的每一个将构成强度标准化信号 S1 或 S2, 该标准化信号等于所属的强度信号(I1, I2)的交变信号分量(A1, A2)与直流信号分量(D1, D2)的商(A1/D1, A2/A2);
- e) 根据两个等式

$$S1 = f1(T)*M \quad (1)$$

$$S2 = f2(T)*M \quad (2)$$

15 由两个强度标准化信号 S1 和 S2 推导出交变电量(X)的很大程度上不受温度 T 影响的测量信号 M, 式中 f1(T)和 f2(T)分别是温度 T 的预给定的拟合函数。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其中拟合函数 f1(T)和 f2(T)是温度 T 的线性函数。

20 3. 如权利要求 1 所述的方法, 其中拟合函数 f1(T)和 f2(T)是温度 T 的二次函数。

4. 如权利要求 1 所述的方法, 其中拟合函数 f1(T)和 f2(T)是温度 T 的指数函数。

5. 如权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法, 其中根据所述两个等式(1)和(2)由两个强度标准化信号 S1 和 S2 附加推导出温度 T 的温度测量值(TX)。

25 6. 一种用于测量交变电量(X)的装置, 其具有:

a) 用于将偏振测量光(L)输入耦合到在交变量(X)作用下的探测装置(3)内的器件(4, 34), 该探测装置根据交变电量(X)使透射的测量光(L)的偏振发生变化,

30 b) 一个用于将测量光(L)在至少一次透射过探测装置(3)后分解成两个具有不同偏振平面的直线偏振分光信号(L1, L2),

C)用于将两个分光信号(L1, L2)分别转换成一个电强度信号(I1, I2)的光电转换器(12, 22),

d)标准化器件(13, 23), 该标准化器件对两个强度信号(I1, I2)分别产生一个强度标准化信号 S1 或 S2, 该强度标准化信号等于所属的强度信号(I1, I2)的

5 的交变信号分量与直流信号分量的商,

e)计算器(20), 该器件用于根据两个等式

$$S1 = f1(T)*M \quad (1)$$

$$S2 = f2(T)*M \quad (2)$$

10 由两个强度标准化信号 S1 和 S2 推导出交变电量(X)的很大程度上不受温度 T 影响的测量信号 M, 其中 f1(T)和 f2(T)分别是温度 T 的预给定函数。

7. 如权利要求 6 所述的装置, 其中函数 f1(T)和 f2(T)是温度 T 的线性或二次函数。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的装置, 其中分析器(7)分别通过一条用于每个分光信号(L1, L2)的光导线(11, 21)与光电转换器(12, 22)进行光连接。

15 9. 如权利要求 8 所述的装置, 其中光导线(11, 21)是多模光纤。

10. 如权利要求 6 至 9 中任一项所述的装置, 其中探测装置(3)与分析器(7)通过一条用于传输由探测装置(3)耦合输出的测量光(L)并保持偏振的光导纤维相互进行光连接。

# 说明书

## 通过拟合带有温度补偿 地测量交变电量的 方法和装置

5

本发明涉及一种测量交变电量的方法和装置。交变量系指瞬时变化的电量，其频谱高于预定的频率。交变量尤其可以是交变电流、交变电压甚或交变电场。

10

已知有测量诸如电流、电压或电场等电量的光学测量方法和测量装置，其中对探测装置中的偏振测量光因电量发生的偏振变化进行分析评价。测量电流时，利用光磁法拉第效应，而测量电压和电场时利用的是光电普克尔斯效应。

15

法拉第效应系指直线偏振光的偏振平面根据磁场的偏转。其中偏转角度以费尔德特(Verdet)常数为比例常数地与光在磁场(磁场方向与光传播方向平行)中通过的整个距离成正比。费尔德特常数取决于光通过的材料和光的波长。在利用法拉第效应测量导体中的电流时，在导体附近设置作为探测装置的法拉第器件，该法拉第器件由透光材料并且一般由玻璃制成。直线偏振光穿过法拉第器件。由电流产生的磁场促使在法拉第器件中光的偏振平面偏转一个角度，该角度由计算单元作为磁场强度的量并随之作为电流强度的量进行计算。通常法拉第器件环绕导体，从而使偏振光在一近似于闭合的路径中环绕导体。在这种情况下偏振偏转角以非常近似的方式与测量电流的幅度直接成比例。

20

在 WO 91/01501 中记载了一种利用法拉第器件测量电流的光学测量装置，所述法拉第器件构成光学单模光纤的一部分，该单模光纤以测量线圈方式环绕导体。

25

在 EP - B - 0088419 中记载了一种用于测量电流的光学测量装置，其中法拉第器件被设计成环绕导体的实心玻璃环。

30

光电普克尔斯效应系指由于在材料中引起的线性双折射在一种具有普克尔斯效应的材料中偏振测量光的偏振变化，所述线性双折射基本上通过光

电系数线性取决于穿透材料的电场。在测量电场时一个由具有普克尔斯效应的材料制成的普克尔斯器件作为探测装置被设置在电场中。在测量电压时待测量的电压加在普克尔斯器件的两个电极上并对相应的相邻的电场进行测量。发送的偏振测量光穿过普克尔斯器件，并利用偏振分析器对偏振测量光由于待测量的电压或待测量的电场而发生的偏振变化进行分析评价。

作为偏振分析器可以采用诸如渥拉斯顿棱镜等偏振分光镜或一种带有两个后置的偏振器的简单的分光镜，既可利用法拉第器件进行电流测量，又可利用普克尔斯器件进行电压测量(EP - B - 0 088 419 和 DE - C - 3 404 608)。透射过探测装置的偏振测量光在分析器中被分解成两束直线偏振光 A 和 B，它们具有不同的且通常为相互垂直的偏振平面。这两个分光信号 A 和 B 中的每一个由光电转换器分别转移成一个电信号 PA 和 PB。

探测器件和光学传输线路上的光学材料对于温度变化或例如由于弯曲或振动引起的机械应力的敏感度，是所有光学测量方法和测量装置的一个问题，其中偏振测量光在一个测量量值作用下的探测器件中的偏振变化将被作为测量效应加以利用。尤其是温度敏感度在系统温度变化时将导致工作点和测量灵敏度出现不希望的变化(温度变化过程)。

已知有许多不同的对温度作用进行补偿的温度补偿方法。

在 1988 年光纤传感器会议录(Proc. Conf. Opt. Fiber Sensors OFS 1988), 新奥尔良, 第 288 至 291 页和在 US 4755665 中公开的用于测量交变电流的光磁测量装置的温度补偿方法中，两个属于测量分光信号 A 和 B 的电信号 PA 和 PB 分别在一个滤波器中被分解成直流分量 PA(DC)或 PB(DC)和交流分量 PA(AC)或 PB(AC)。为补偿光信号在两条传输线路中的不同的强度波动(衰减)，对每个信号 PA 和 PB 由交流分量 PA(AC)或 PB(AC)和直流分量 PA(DC)或 PB(DC)构成商  $Q_A = PA(AC)/PA(DC)$  及  $Q_B = PB(AC)/PB(DC)$ 。由这两个商  $Q_A$  和  $Q_B$  中的每一个求出瞬时平均值  $MW(Q_A)$  和  $MW(Q_B)$ ，并由这两个平均值  $MW(Q_A)$  和  $MW(Q_B)$  最后求出商  $Q = MW(Q_A)/MW(Q_B)$ 。根据迭代法通过与存储在数值表格(查表)中校准值的比较得出所求出的商  $Q$  的修正系数  $K$ 。根据修正系数  $K$  修正的值  $Q \cdot K$  是待测量的交变电流的温度补偿后的测量值。采用此方法可以使温度敏感度降到约 1/50。

在 EP - A - 0557090 中记载了一种测量交变磁场的光学测量装置的温度补偿方法，该测量装置利用了法拉第效应并因此也适用于测量交变电流。

采用此方法时，直线偏振测量光在穿透法拉第器件后在分析器中被分解成两个不同的线性偏振分光信号 A 和 B，并且为对两个配属的电信号 PA 和 PB 中的每一个进行强度标准化，由其配属的交变电流分量 PA(AC)及 PB(AC)和其配属的直流分量 PA(DC)及 PB(DC)专门求出商  $QA = PA(AC)/PA(DC)$  及  $QB = PB(AC)/PB(DC)$ 。由两个商 QA 和 QB 这时在一计算单元中用实数常数  $\alpha$  和  $\beta$  求出测量信号  $M = 1/((\alpha/QA) - (\beta/QB))$ ，这两个常数满足关系式  $\alpha + \beta = 1$ 。该测量信号 M 被描述成在很大程度上与温度变化造成的费尔德特常数和法拉第器件中旋转双折射的变化无关。在文献中对温度引起的线性双折射的补偿未做任何表述。

- 5
- 10        在 EP - A - 0 486 226 中记载了一种测量交变电压的光学测量装置的相应的温度补偿方法。在光源和计算单元之间光学串接有起偏器、1/4 波片、普克尔斯器件和作为分析器的偏振分光器。对 1/4 波片与普克尔斯器件在串接光路中的顺序当然也可以相互调换。光源的测量光在起偏器中被起偏成直线偏振光，并且在透射过普克尔器件后在分析器中被分解成两个偏振平面不同的分光信号 A 和 B。这两个分光信号 A 和 B 中的每一个被转换成一个相应的电强度信号 PA 和 PB。然后为对这两个电强度信号 PA 和 PB 中的每一个进行强度标准化由其配属的交变信号分量 PA(AC)或 PB(AC)和其配属的直流信号分量 PA(DC)或 PB(DC)求出商  $QA = PA(AC)/PA(DC)$  及  $QB = PB(AC)/PB(DC)$ 。由两个强度标准化的商的 QA 和 QB 在一计算单元中用实数常数  $\alpha$  和  $\beta$  求出测量信号  $M = 1/((\alpha/QA) - (\beta/QB))$ 。由于这两个常数  $\alpha$  和  $\beta$  的匹配，测量信号 M 在很大程度上不受在 1/4 波片中由于温度变化造成的线性双折射的影响。
- 15
- 20

本发明的目的在于，提出一种测量交变电量的方法和装置，其中可以在很大程度上对温度变化和强度波动对测量信号的影响进行补偿。

- 25        本发明的目的是这样实现的，即采用权利要求 1 及权利要求 6 的特征得以实现。偏振测量光由输入耦合器件输入到受交变电量影响的光学探测装置内。在测量光通过探测装置时，其偏振根据交变电量而改变。在至少一次通过探测装置之后，测量光被分析器分解成两个具有不同偏振平面的直线偏振分光信号。接着这两个分光信号被光电转换器分别转换成相应的电强度信号。对这两个强度信号中的每一个单独进行强度标准化，其中标准化器件由其所属的交流信号分量和其所属的直流信号分量得出商信号。从而可以对两
- 30

个分光信号在光学输入耦合器件和传输线路上的强度波动进行补偿。由两个作为强度标准化信号 S1 和 S2 的商信号，根据下述两式

$$S1 = f1(T)*M \quad (1)$$

$$S2 = f2(T)*M \quad (2)$$

- 5 计算器推导出一个在很大程度上不受系统中的温度 T 影响的，有关交变电量的测量信号 M，式中 f1(T)和 f2(T)是预给定的温度 T 的拟合函数。

拟合函数 f1(T)和 f2(T)表示对于两个强度标准化信号 S1 和 S2 的温度相关性的理论近似(拟合)并且尤其可以是 n 阶(n ≥ 1)的多项式或也可以是温度 T 的指数函数。通过此拟合可以明显地减少校准测量的花费。

- 10 经测量表明，即使最简单的多项式，当 n = 1(线性函数 f1(T)和 f2(T))或 n = 2(二次函数 f1(T)和 f2(T))结合关于两个强度标准化信号 S1 和 S2 温度相关性的等式(1)和(2)也会表示出很好的近似。

在采用线性拟合函数时

$$f1(T) = a0 + a1 \cdot T \quad (3)$$

- 15  $f2(T) = b0 + b1 \cdot T \quad (4)$

采用实数系数 a0、 a1、 b0 和 b1 通过将式(3)和(4)代入式(1)和(2)并将 M 分解得出一个线性取决于两个强度标准化信号 S1 和 S2 的测量信号

$$M = A*S1 + B*S2 \quad (5)$$

其系数

- 20  $A = b1/(a0 \cdot b1 - a1 \cdot b0)$

$$B = - a1/(a0 \cdot b1 - a1 \cdot b0)$$

在采用温度 T 二次拟合函数时

$$f1(T) = c0 + c1 \cdot T + c2 \cdot T^2 \quad (6)$$

$$f2(T) = d0 + d1 \cdot T + d2 \cdot T^2 \quad (7)$$

- 25 通过将式(6)和(7)代入式(1)和(2)并将 M 分解，得出测量信号 M 的表示式

$$M = (1/G)*(A'*S1 + B'*S2 \pm C*(D*S1^2 + E*S1*S2 + F*S2^2)^{1/2}) \quad (8)$$

式(8)中的实数系数 A'、 B'、 C、 D、 E、 F 和 G 与式(6)和(7)中的系数 c0、 c1、 c2 和 d0、 d1、 d2 以如下方式明确地逻辑连接在一起：

$$A' = c2 \cdot d1^2 - 2 \cdot c2 \cdot d0 \cdot d2 - c1 \cdot d1 \cdot d2 + 2 \cdot c0 \cdot d2^2$$

- 30  $B' = 2 \cdot c2^2 \cdot d0 - c1 \cdot c2 \cdot d1 + c1^2 \cdot d2 - 2 \cdot c0 \cdot c2 \cdot d2$

$$C = c2 \cdot d1 - c1 \cdot d2$$

$$D = d1^2 - 4 \cdot d0 \cdot d2$$

$$E = 4 \cdot c2 \cdot d0 - 2 \cdot c1 \cdot d1 + 4 \cdot c0 \cdot d2$$

$$F = c1^2 - 4 \cdot c0 \cdot c2$$

$$G = 1/(2 \cdot (c2^2 \cdot d0 - c1 \cdot c2 \cdot d0 \cdot d1 + c0 \cdot c2 \cdot d1^2 + c1^2 \cdot d0 \cdot d2 - 2 \cdot c0 \cdot c2 \cdot d0 \cdot d2 - c0 \cdot c1 \cdot d1 \cdot d2 + a0^2 \cdot b2^2))$$

由物理技术关系得出式(8)中平方根表达式

$C \cdot (D \cdot S1^2 + E \cdot S1 \cdot S2 + F \cdot S2^2)^{1/2}$ 的正负号并且该正负号尤其取决于温度T的温度范围, 在该范围中将对测量信号M进行补偿。

如果选用的是带有指数函数exp和实数系数g1、g2、h1和h2的指数拟合函数

$$f1(T) = g1 \cdot \exp(h1 \cdot T) \quad (9)$$

$$f2(T) = g2 \cdot \exp(h2 \cdot T) \quad (10)$$

则根据

$$M = ((1/g1) \cdot S1)^{\nu+1} \cdot ((1/g2) \cdot S2)^{-\nu} \quad (11)$$

由两个强度标准化信号S1和S2得出测量信号M, 其中根据 $\nu = h1/(h2 - h1)$ 两个指数中的系数 $\nu$ 与式(9)和(10)中的系数h1和h2相关。

符号“\*”表示信号相乘并且“·”表示实数相乘。

有关本发明的测量方法和测量装置的进一步有益的设计, 请分别参见从属权利要求。

下面借助附图对本发明作进一步的说明, 附图中:

图1为测量交变电量装置的原理框图;

图2为这种测量装置的标准化器件的实施形式;

图3为测量交变电流装置实施形式的一部分;

图4为测量交变电压装置实施形式的一部分。

在所有附图中相对应的部件用相同的标记标示。

图1示出用于测量交变电量X的测量装置的一实施形式的原理结构框图。其中设有一探测装置3, 该探测装置在交变电量X的影响下, 根据交变电量X改变入射到探测装置3内的偏振测量光L的偏振。探测装置3可以是一种利用磁光法拉第效应的测量交变电流或交变磁场的法拉第探测装置或者也可以是一种利用光电普克尔斯效应的测量交变电压或交变电场的普克尔斯探测装置。测量光L被输入到探测装置3内。为产生该偏振测量光L可备有



一个光源 4 和图中未示出的配属的起偏器或者也可以备有一个本身发出偏振光的光源 4，例如激光二极管，和必要时附加的而图中未示出的起偏器。偏振测量光 L 至少一次穿透探测装置 3 并由此产生取决于交变电量 X 的偏振变化。在测量光 L 穿透探测装置 3 之后，测量光 L 被输送给分析器 7 并且在分析器 7 中被分解成两个直线偏振分光信号 L1 和 L2，这两个分光信号的偏振平面是不相同的。最好它们的偏振平面相互垂直(正交分解)。作为分析器 7 可以采用诸如渥拉斯顿棱镜等偏振分光镜或者也可以采用一种带有一个部分透光的镜的简单的分光镜和两个后置的交叉一个相应角度的并且最好交叉 90° 的偏振滤光片。探测装置 3 和分析器 7 可以通过一个自由照射设施或者也可以通过一保持偏振的光导体，最好是一条诸如高双折射光纤或偏振中性 (polarisationsneutrale) 的低双折射光纤等单模光纤相互光连接。

然后两个分光信号 L1 和 L2 分别输送给一个光电转换器 12 及 22。两个分光信号 L1 和 L2 由分析器 7 至某配属的转换器 12 及 22 的传输是通过一个自由照射设施或分别通过一条光导线实现的。在转换器 12 和 22 中，两个分光信号 L1 和 L2 分别转换成一个电强度信号 I1 或 I2，该信号是相应的分光信号 L1 或 L2 的强度量。

两个电强度信号 I1 和 I2 分别加到配属的标准化器件 13 或 23 的输入端。标准化器件 13 和 23 用所配属的强度信号 I1 或 I2 分别构成强度标准信号 S1 或 S2，该信号等于所属强度信号 I1 或 I2 的交变信号分量 A1 或 A2 与直流信号分量 D1 或 D2 的商  $S1 = A1/D1$  (或  $S1 = D1/A1$ ) 或  $S2 = A2/D2$  (或  $S2 = D2/A2$ )。两个强度标准化信号 S1 和 S2 基本上与光源 4 和在测量光 L 以及两个分光信号 L1 与 L2 的光传输线段上的强度变化无关。而且还通过该强度标准化对在分光信号 L1 和 L2 的两条光传输线段上不同的强度变化进行补偿。所以也可以分别采用一条多模光纤作为两个分光信号 L1 和 L2 的传输线段。

但这时温度的变化仍会带来一个问题，该变化将会导致工作点偏移和测量装置测量灵敏度的变化。此时该温度引起的测量误差基本上可以通过采用下面加以说明的温度补偿方法加以消除。

为进行温度补偿，两个强度标准化信号 S1 和 S2 输送给计算器 30。计算器 30 由两个强度标准化信号 S1 和 S2 导出作为两个强度标准化信号 S1 和 S2 函数  $M(S1, S2)$  的交变电量 X 很大程度上不受温度影响的测量信号 M，

该信号可以在计算器 30 的输出端测量得到。由下述两式可以确定出作为依据的函数  $M(S1, S2)$ :

$$S1 = f1(T)*M \quad (1) \text{和}$$

$$S2 = f2(T)*M \quad (2)$$

5 这两个等式建立在这样的假定下, 即两个强度标准化信号  $S1$  和  $S2$  分别是温度函数  $f1(T)$  或  $f2(T)$  和与温度无关的信号  $M$  的乘积(因式化)。其中这两个表征温度关系的函数  $f1(T)$  和  $f2(T)$  是光学系统中温度  $T$  预定温度间隔内的预定拟合函数并且选择该拟合函数, 使等式(1)和(2)在该温度间隔内以物理明确的方式根据测量信号  $M$  进行分解。

10 在一种实施例中, 作为拟合函数  $f1(T)$  和  $f2(T)$  可以采用  $n$  阶多项式( $n$  为自然数), 最好采用根据等式(3)和(4)或(6)和(7)的线性或二次函数  $f1(T)$  和  $f2(T)$ 。经证明, 即使采用根据等式(3)和(4)或(6)和(7)的相对简单的线性和二次内插函数  $f1(T)$  和  $f2(T)$  也会实现对测出的温度关系的良好近似。在采用线性函数  $f1(T)$  和  $f2(T)$  时, 上面所述等式

$$15 \quad M = A*S1 + B*S2 \quad (5)$$

的测量信号  $M = M(S1, S2)$  用实数系数  $A$  和  $B$  求出, 而在采用二次函数  $f1(T)$  和  $f2(T)$  时根据上面所述的测量信号

$$M = (1/G)*(A'*S1 + B'*S2 \pm C*(D*S1^2 + E*S1*S2 + F*S2^2)^{1/2}) \quad (8)$$

20 用实数系数  $A'$ 、 $B'$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  和  $G$  求出。如果对于函数  $f1(T)$  和  $f2(T)$  采用的是  $n$  大于 2 的多项式, 则测量信号  $M$  的表示式相应较为复杂。

在另一实施形式中, 采用根据等式(9)和(10)的指数拟合函数  $f1(T)$  和  $f2(T)$ , 由计算器 30 由两个强度标准化信号  $S1$  和  $S2$  根据

$$M = ((1/g1)*S1)^{v+1} * ((1/g2)*S2)^{-v} \quad (11)$$

25 利用已确定的实数系数  $g1$ ,  $g2$  和  $v$  推导出测量信号  $M$ 。

为求出测量信号  $M$ , 尤其是根据等式(5)、(8)或(11)求出测量信号, 计算器 30 可以含有一个对两个强度标准化信号  $S1$  和  $S2$  数字化的模/数转换器和一个数字信号处理器(DSP)或一个由数字化的信号  $S1$  和  $S2$  数字计算出测量信号  $M$  的微处理器。尤其是为了根据等式(5)相对简单地计算作为两个强度标准化信号  $S1$  和  $S2$  的线性函数的测量信号  $M$ , 计算器 30 也可以含有模拟运算组件。利用放大器可以产生积  $A*S1$  和  $B*S2$ , 该放大器用于将分别加在

其输入端的信号 S1 及 S2 用调整到系数 A 及 B 的放大系数加以放大。然后由一个加法器产生两个积 A\*S1 与 B\*S2 的和并作为测量信号 M 输出。采用模拟器件尤其可以迅速地实现温度补偿。此外, 计算器 30 还可以含有至少一个图中未示出的、预先求出的数值的存储器, 利用此数值存储器将作为两个强度标准化信号 S1 和 S2 的函数 M(S1, S2) 所附属的经温度补偿后的一个测量信号 M 分配给两个强度标准化信号 S1 和 S2 的数值对(S1, S2)。数值存储器可以具有一相应的数值表格或相应的校准功能。

在一种有益的实施形式中, 计算器 30 除了利用两个等式(1)和(2)和分别预给定的拟合函数 f1(T)和 f2(T)由两个强度标准化信号 S1 和 S2 推导出交变电量 X 的测量信号 M 外, 还导出温度 T 的温度测量值 TX。该温度测量值 TX 然后加到计算器 30 的输出端上。

在采用根据等式(3)和(4)的线性拟合函数 f1(T)和 f2(T)时, 例如用等式(1)和(2)得出温度测量值

$$TX = (b_0 * S1 - a_0 * S2) / (a_1 * S1 + b_1 * S2) \quad (12)$$

在采用根据等式(9)和(10)的指数拟合函数 f1(T)和 f2(T)时根据

$$TX = (1 / (h_1 - h_2)) * \ln((g_2 * s_1) / (g_1 * S_2)) \quad (13)$$

利用自然对数函数 ln 计算出温度测量值 TX。

测量信号 M 通过关系式

$$M = S1 / f_1(TX) = S2 / f_2(TX) \quad (14)$$

与温度测量值 TX 联系在一起。所以也可以采用如下方式推导出测量信号 M, 首先用预给定的函数 f1(T)和 f2(T)由等式(1)和(2)推导出温度测量值 TX 并且然后根据等式(14)由两个强度标准化信号 S1 或 S2 中的一个及配属的函数值 f1(TX)或 f2(TX)求出测量信号 M。

图 2 示出标准化器件 13 和 23 的一种有益的实施形式。第一标准化器件 13 含有一个与光电转换器 12 电连接的低通滤波器 14、一个减法器(SUB)15 和一个除法器(DIV)16。第二标准化器件 23 含有一个与第二光电转换器 22 电连接的低通滤波器 24、一个减法器(SUB)25 和一个除法器(DIV)26。每个低通滤波器 14 和 24 对加在其输入端的强度信号 I1 或 I2 仅允许直流信号分量 D1 或 D2 通过。其中相应的强度信号 I1 或 I2 的每个直流信号分量 D1 或 D2 等于强度信号 I1 或 I2 的频率分量, 该频率分量低于配属的低通滤波器 14 或 24 的预定的分频。分别在减法器 15 和 25 的两个输入端的一个上加有配属

的强度信号 I1 或 I2 并且在另一个上加有该强度信号 I1 或 I2 的直流信号分量 D1 或 D2。减法器 15 和 25 通过总强度信号 I1 或 I2 减去直流信号分量 D1 或 D2 分别得出配属的强度信号 I1 或 I2 的交变信号分量 A1 或 A2。其中两个低通滤波器 14 和 24 的分频应选择这么高，即使强度信号 I1 和 I2 的交变信号分量基本上包含待测量的交变量 X 的所有信息，尤其是交变电量的整个频谱。尤其要选择小于交变量 X 基频的分频。因而低通滤波器 14 或 24 和减法器 15 或 25 构成了将第一强度信号 I1 或第二强度信号 I2 分解成交变信号分量 A1 或 A2 和直流信号分量 D1 或 D2 的器件。

除了图 2 中所示分解器的实施形式当然也可以设置用于将交变信号分量 A1 和 A2 及直流信号分量 D1 和 D2 滤出的高通滤波器和低通滤波器或者也可以采用一个用于将交变信号分量 A1 或 A2 滤出的高通滤波器和一个用于推导出直流信号分量  $D1 = I1 - A1$  或  $D2 = I2 - A2$  的减法器。另外还可以采用这些实施形式的混合实施形式。

这时第一强度信号 I1 的交变信号分量 A1 和直流信号分量 D1 分别输送给除法器 16 的输入端。在除法器 16 输出端上输出的是作为由第一强度信号 I1 的交变信号分量 A1 和直流信号分量 D1 构成的商的第一强度标准化信号  $S1 = A1/D1$ 。同样第二强度信号 I2 的交变信号分量 A2 和直流信号分量 D2 被输送给第二除法器 26，该除法器产生第二强度信号 I2 的强度标准化信号  $S2 = A2/D2$ 。然后就可以在标准化器件 13 或 23 的相应的输出端接收到两个强度标准化信号 S1 和 S2。

在图 3 中示出用于测量导体 2 中的交变电流 I 的测量装置的一部分，该测量装置带有至少一个配属给该导体 2 的、作为探测装置的法拉第器件 3'。一个直线偏振光光源 4，例如一激光二极管的直线偏振测量光 L 通过一条最好保持偏振的光导线 34 输入到法拉第器件 3' 中，在至少穿过法拉第器件 3' 又从法拉第器件 3' 中输出并通过一条最好保持偏振的光导线 37 输送给分析器 7。由法拉第器件 3' 输出的测量光至分析器 7 的传输也可以通过自由照射设施加以实现。输出的测量光具有一根据法拉第效应旋转了图中未示出的测量角  $\alpha$  的偏振。其中测量角  $\alpha$  取决于导体 2 中的交变电流 I。

在图 3 中示出的实施形式中，法拉第器件 3' 由一光导体，最好是一根光纤构成，该光导线以一带有至少一个测量线绕匝的测量线圈的方式环绕导体 2。法拉第器件 3' 的光导线最好分别通过一个接头 38 及 39 与用于输入测

量光 L 的光导线 34 和用于输出测量光 L 的光导线 37 连接在一起。然而作为法拉第器件 3' 也可以采用由法拉第材料构成的一个或多个实心体, 该实心体构成一最好环绕导体 2 的测量光的光路, 最好是一个玻璃圈。法拉第器件 3' 不必非得在一个闭合的光路上环绕导体 2, 而且也可以仅设置在导体 2 5 旁的空间附近。此外除所述传输类型的实施形式外, 即测量光仅在一个方向上穿过法拉第器件 3' 的方式外, 而且也可以采用反射类型的实施形式, 采用此方式时测量光 L 在第一次穿过法拉第器件 3' 后又被反射回并以相反的方向第二次穿过法拉第器件 3'。

由法拉第器件 3' 输出的光被分析器 7 分解成两个带有不同的并且最好相互垂直的偏振面的直线偏振光信号 L1 和 L2。为此作为分析器 7 最好采用一个诸如渥拉斯顿棱镜的偏振分光镜, 为实现此功能当然也可以采用两个交叉一个相应角度并且最好交叉  $90^\circ$  的偏振滤光片和一个简单的分光镜。 10

然后两个光信号 L1 和 L2 在配属的光电转换器 12 或 22 中被转换成电强度信号 I1 或 I2, 对于光电转换器最好在放大器电路中接有光电二极管, 电 15 强度信号是某光信号 L1 和 L2 的光强度量。

图 3 中的测量方法和测量装置当然也可以直接用于测量交变磁场, 其中法拉第器件 3' 设置在一交变磁场内。

图 4 示出一种采用作为普克尔斯探测装置一部分的普克尔斯器件 3'' 测量作为交变量 X 的交变电压 U 的装置一部分的实施形式。待测量的交变电压 U 20 通过两个电极 35 和 36 加在普克尔斯器件 3'' 上。偏振测量光 L 被输入到普克尔斯器件 3'' 中。该测量光 L 穿过普克尔斯器件 3'' 并在其中产生取决于所加的交变电压 U 的偏振变化。在所示实施形式中交变电压 U 垂直测量光 L 的传播方向加入(横向实施形式), 但也可以平行于光传播方向加入(纵向实施形式)。作为将测量光 L 输入普克尔斯器件 3'' 的器件有一个诸如发光二极管的光源 4 25 和一个用于将光源 4 的光处理为直线偏振光的偏振器 5。光源 4 和偏振器 5 最好通过一条诸如多模光纤的光导线 43 相互光连接, 但也可以通过自由照射设施相互光连接。为将光由光导线 43 耦合入偏振器 5 最好采用平行光透镜(格林(Grin)透镜)52。这样直线偏振测量光 L 由偏振器 5 输入到普克尔斯器件 3'' 中。当测量光 L 穿过普克尔斯器件 3'' 后经  $1/4$  波片 6 输入到分析器 7 中。测 30 量光 L 在分析器 7 中被分解成两个直线偏振分光信号 L1 和 L2, 这两个分光信号的偏振平面是不相同的。两个分光信号的偏振平面优选相互垂直(正交分

解)。作为分析器 7 可以采用诸如渥拉斯顿棱镜等偏振分光镜或者也可以采用两个相互交叉一个预定角度，最好交叉  $90^\circ$  的偏振滤光片和一简单的分光镜。

5 两个分光信号 L1 和 L2 最好分别通过一平行光透镜 11 或 21 分别输入耦合到光导线 10 或 20 内并通过该光导线 10 或 20，例如分别通过一条多模光纤，分别输送给配属的光电转换器 12 或 22。两个分光信号 L1 和 L2 在转换器 12 和 22 中分别被转换成一个电强度信号 I1 或 I2，电强度信号是配属的分光信号 L1 或 L2 的强度量。

10 测量装置的工作点最好调节成当在普克尔斯器件 3" 上未加有电压或电场时，旋转偏振测量光加在分析器 7 上。此时，普克尔斯器件 3" 中的线性双折射的两个固有轴被测量光 L “均匀照射”。这意味着，投射到两个固有轴上的测量光 L 的分量分别具有相同的强度。通常两个分光信号 L1 或 L2 的强度是相同的。当交变电压  $U \neq 0V$  加在普克尔斯器件 3" 上时，测量光 L 的分量沿普克尔斯器件 3" 的线性双折射的产生光电效应的固有轴根据交变电压 U 改  
15 变其强度。

而且由于在普克尔斯器件 3" 或甚至 1/4 波片 6 上的温度变化和因此导致的取决于温度的线性双折射的变化也会造成测量光 L 的偏振变化。因此温度变化将会导致测量装置工作点的偏移。这时利用在图 4 中未示出的标准化器件 13 和 23 以及计算器 30 通过已做说明的温度补偿方法对该取决于温度的工作点漂移做进一步补偿。  
20

替代图 4 中所示的偏振器 5、普克尔斯器件 3"、1/4 波片 6 和分析器 7 的光学串联，也可以采用偏振器 5、1/4 波片 6、普克尔斯器件 3" 和分析器 7 的串联，即 1/4 波片 6 和普克尔斯器件 3" 的顺序相互调换。此时，测量光 L 在输入耦合到普克尔斯器件 3" 内之前被旋转偏振。

25 此外，替代光源 4 和偏振器 5 还可以采用诸如激光二极管等用于发送直线偏振光的光源，以便把偏振测量光 L 输入耦合到普克尔斯器件 3" 及 1/4 波片 6 内。光导线 43 最好是一条保持偏振的光导线。

此外也可以用自由照射装置实现分光信号 L1 或 L2 的传输。分析器 7 可另外通过一条保持偏振的光导线与 1/4 波片 6 及普克尔斯器件 3" 进行光连接。  
30

说明书附图

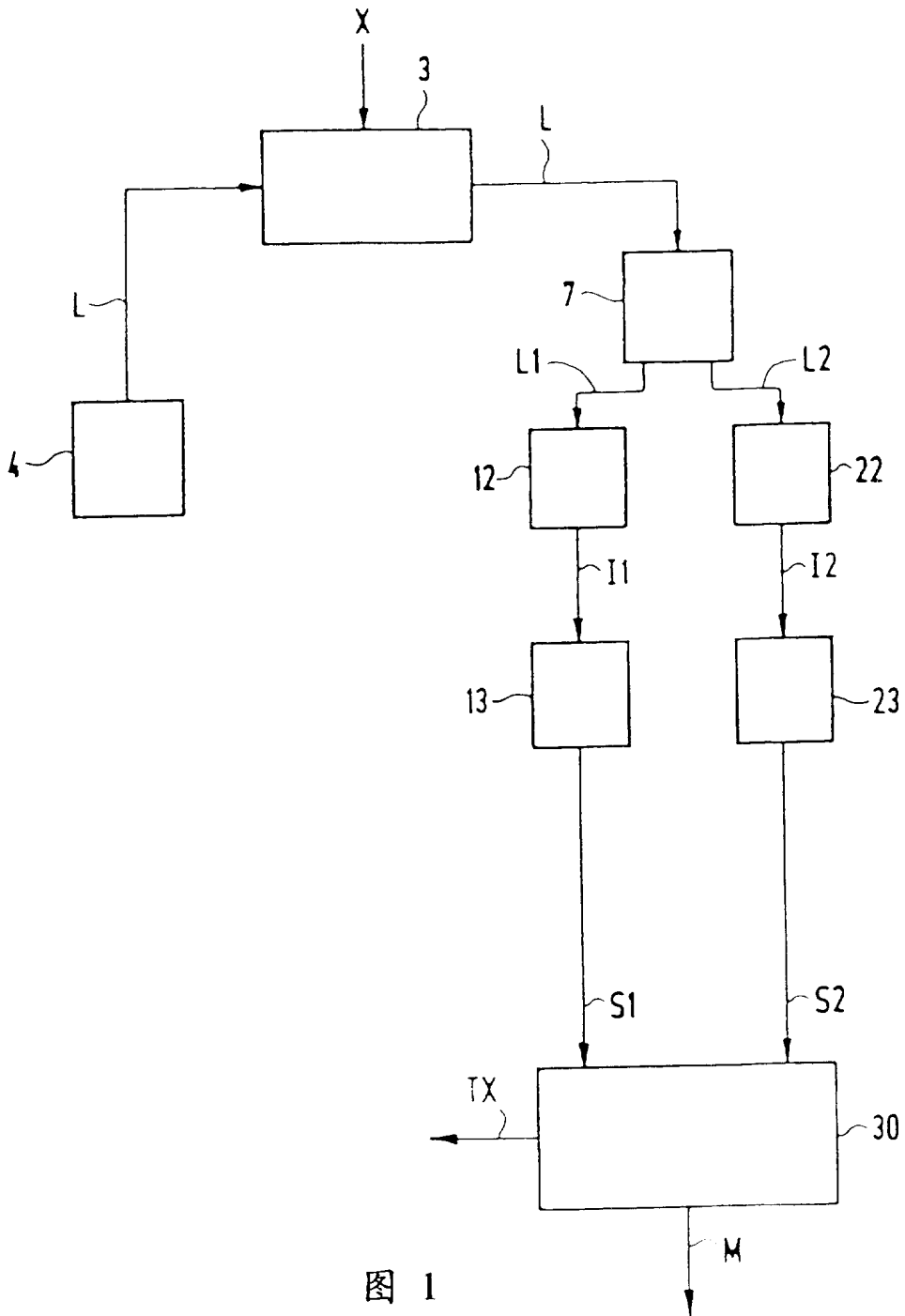


图 1

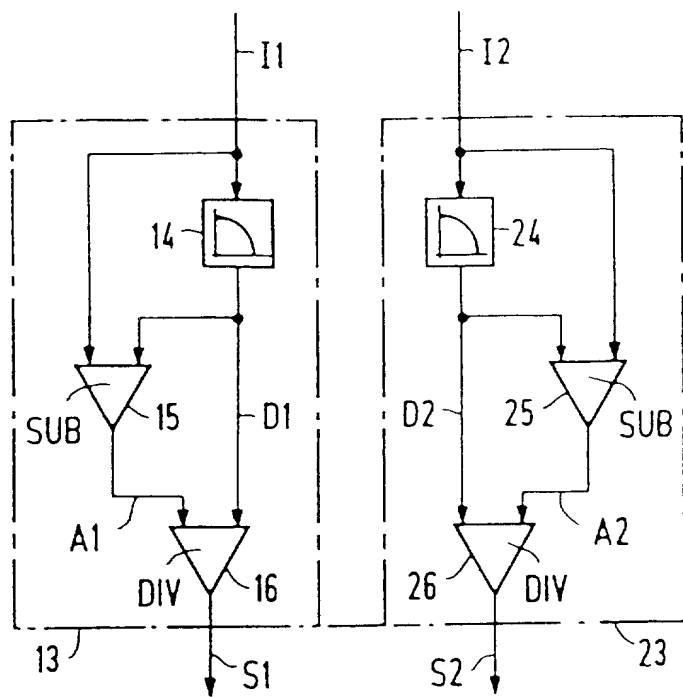


图 2

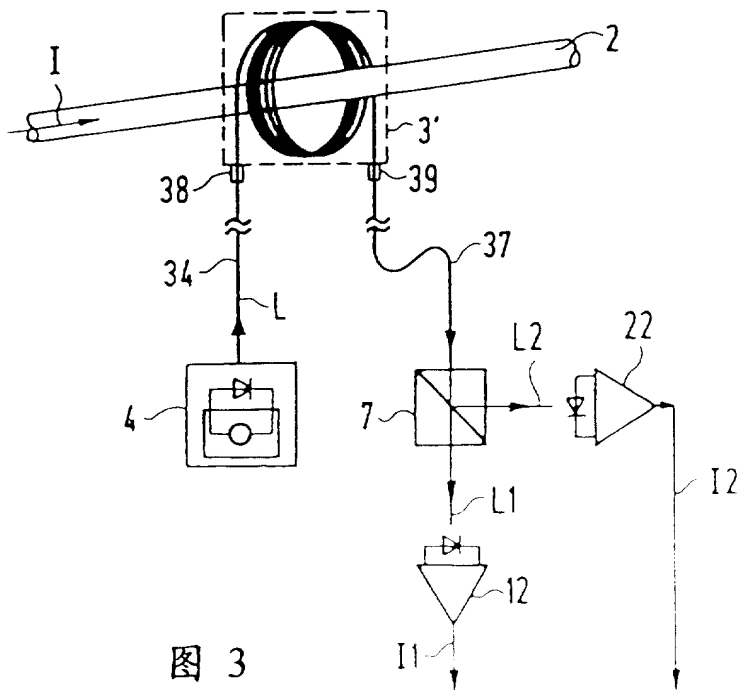


图 3



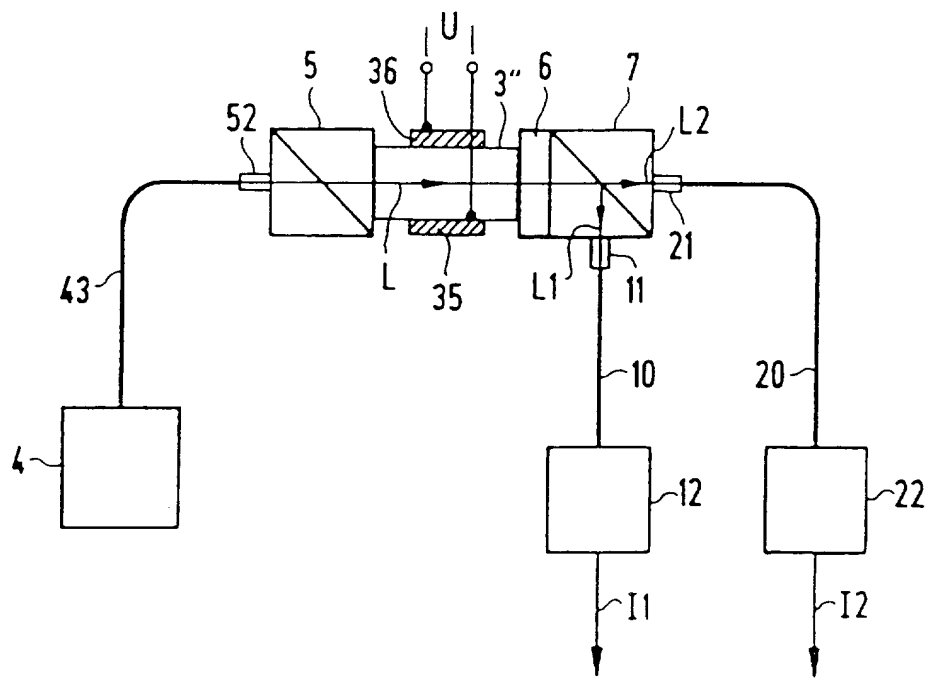


图 4