

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H03F 1/32

H03F 3/45



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03807625.X

[43] 公开日 2005年7月27日

[11] 公开号 CN 1647366A

[22] 申请日 2003.3.20 [21] 申请号 03807625.X

[30] 优先权

[32] 2002.4.8 [33] EP [31] 02076400.7

[86] 国际申请 PCT/IB2003/001191 2003.3.20

[87] 国际公布 WO2003/085821 英 2003.10.16

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.30

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 J·C·A·德克斯

D·M·W·里纳尔特斯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

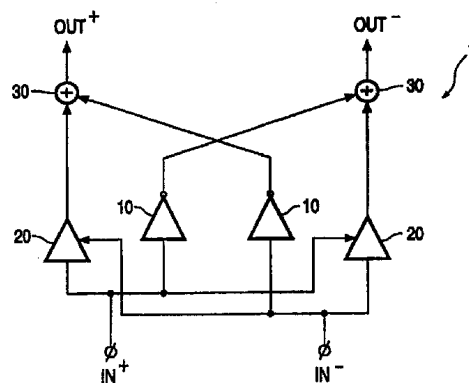
代理人 程天正 张志醒

权利要求书2页 说明书6页 附图4页

[54] 发明名称 差分放大器

[57] 摘要

一种差分放大器，用于放大具有基本上彼此反相的两个分量(In⁺, In⁻)的输入差分信号并且生成具有两个差分分量(Out⁺, Out⁻)的输出差分信号。该放大器包括交叉耦合到一对加法器的一对倒相器，这些倒相器接收输入差分信号。该放大器的特征在于：它还包括一对可控制的缓冲器，用于接收输入差分信号并把一个信号输出到一对加法器。该输入差分信号交叉控制所述缓冲器对的偏置，以便对所述可控制的缓冲器对的放大进行控制。



ISSN 1008-4274

1. 一种差分放大器(1)，用于放大具有基本上彼此反相的两个分量(I_{n+} , I_{n-})的输入差分信号，并且用于生成具有两个差分分量(O_{out+} , O_{out-})的输出差分信号，所述放大器(1)包括耦合到一对加法器(30)的一对倒相器(10)，这些倒相器(10)接收所述输入差分信号，该放大器(1)其特征在于：它还包括：一对可控制的缓冲器(20)，用于接收该输入差分信号和用于向该加法器对(30)输出信号，该输入差分信号交叉控制所述缓冲器对的偏置，以便对所述可控制缓冲器对(20)的放大进行控制。
2. 如权利要求1所述的差分放大器(1)，其中：该倒相器对(10)和可控制的缓冲器对(20)是电压到电流变换器。
3. 如权利要求2所述的差分放大器(1)，其中：该加法器对(30)包括电阻装置(R , xR)的串接组合。
4. 如权利要求2-3所述的差分放大器(1)，其中：该差分放大器(1)被耦合到一个电流到电压变换器(100)，所述电流到电压变换器(100)用于把电流类型的差分输入信号(C^+ , C^-)适配到电压类型的差分信号(I_{n^+} , I_{n^-})，所述电压被输入到该差分放大器(1)。
5. 如权利要求2所述的差分放大器(1)，其中该倒相器对(10)包括一对共射极耦合的晶体管($T1$, $T2$)。
6. 如权利要求3所述的差分放大器(1)，其中：该可控制的缓冲器对(20)包括一对共基极晶体管($T3$, $T4$)。
7. 如权利要求6所述的差分放大器(1)，其中：该共基极晶体管对经由用于除去包括在该差分输入信号中的直流分量的电容装置(40)而被交叉耦合到该差分输入信号。
8. 如权利要求6所述的差分放大器(1)，其中：该共射极晶体管对($T1$, $T2$)具有用于对所述晶体管对($T1$, $T2$)的放大进行控制的第一反馈装置($R1$)。
9. 如权利要求7所述的差分放大器(1)，其中：该共基极晶体管对($T3$, $T4$)包括一对第二反馈装置($R2$)，所述第二反馈装置用于把该共基极晶体管对($T3$, $T4$)的输入阻抗适配到一个生成器的输出阻抗，所述生成器发送该差分输入信号。

10. 一种包括如权利要求1-9中所述的差分放大器(1)的接收机(500)。

差分放大器

本发明涉及一种如权利要求1的前序所述的差分放大器。

5 本发明进一步涉及一种包括所述差分放大器的接收机。

由于差分放大器提供一个相对优良的共模抑制比和相对高的输出信号范围，例如理论上输出信号范围可以两倍于一个用单端放大器所获取的范围。所以差分放大器被广泛地使用于各种应用中。当它们作为输入放大器而被使用时，它们不得不提供相对低的噪声和线性放大。
10 在现代通信电路中，不得不获得这些特征以使输入信号位于一个相对高的频率范围，即，GHz，其中所述电路由一个相对低的电压来提供。

一种可能的解决方案可以例如美国-A-4, 887, 047中所述。在这个专利中，给出了一种可用在医学应用中的差分放大器。设想输入信号是
15 电流，所述信号就是无直流的(DC free)，即，它们没有直流分量。放大器具有非线性的输入阻抗和一个差分交叉耦合晶体管对。提供由电流源供电的电流镜以便获取一个尽可能高的放大率。由电流源和由差分交叉耦合晶体管所提供的电流在输出节点上彼此相加，所述输出节点担当一个电流加法器。可以看到：包括在差分交叉耦合的晶体管对
20 中的晶体管担当倒相器，即，在输出信号和输入信号之间的相移基本上为180度。应该强调：医学信号是脉冲形状的电流感测信号并且差分放大器必须感测并放大这些信号。每当在输入信号中发生从低电平到高电平或从高电平到低电平的一个转移时，该放大器就感测输入信号的边缘以便在它输出端提供脉冲形状的信号。可以看到：这个放大器不适
25 于使用在通信电路中，因为当输入信号具有从低电平到高电平的一个平滑连续的转移时，即它们不是脉冲形状时，它不提供一个线性放大。此外，该电路不适于与具有直流分量的信号一起使用。还可以看到：这个电路的噪声特性是使用一个非线性的输入设备，即一个二极管和一个小输入阻抗来实现的。这些解决方案不适合于使用于通信中的高频放大器。
30

因此，本发明的一个目的是提供一种具有改进线性和更好抗噪声性

的差分放大器。

根据本发明，在如介绍段落中所述的设备中实现这一点，所述设备其特征
5 在于：所述放大器还包括：一对可控制的缓冲器，用于接收输入差分信号和用于向一对加法器输出一个信号，所述缓冲器对的偏置（bias）由输入差分信号交叉控制以便对所述可控制缓冲器对的放大进行控制。这些缓冲器的放大取决于输入信号，以致对相对大幅度信号范围确保线性。同时，这些缓冲器偏置的控制改善了放大器的噪声系数（figure），因为噪声取决于偏置。

在本发明的实施例中，倒相器对和可控制的缓冲器对是电压到电流
10 变换器。此特征对于其中大多数信号是电压信号的有线或无线现代通信系统是重要的。因为放大器在它的输出处提供电流信号，所以加法器相对更容易被实现，而降低放大器的成本。

在放大器的另一实施例中，加法器包括两个电阻装置的一串接组合。这是实现加法器的最简单的方法。包括在加法器中的电阻之间的
15 比值确定了正反馈的量，所述正反馈的量确定放大器的整体放大率。在放大器的一个实施例中，该差分放大器被耦合到一个电流到电压变换器，所述电流电压变换器用于把一个电流类型的差分输入信号适配到一个电压类型的差分信号，所述电压被输入到差分放大器。可以看到：某些像光网络那样的通信系统在它们的输入处提供光学变送器
20 （transducer），例如光电晶体管，这些变送器的一个输出信号是电流类型的信号。因此，这些电流类型的信号必须首先被转换成一个电压，各个电压被输入到该差分放大器。此特征增加了在根据本发明的差分放大器的应用中的通用性（versatility）。

在本发明的另一实施例中，倒相器对包括一对共射极耦合的晶体
25 管。此外，一对可控制的缓冲器包括一对共基极晶体管。该共基极晶体管经由用于除去包括在差分输入信号中的直流分量的电容装置而被交叉耦合到该差分输入信号。利用电流源来实现共基极晶体管和共射极晶体管的直流偏置，而同时通过输入信号来进一步控制共基极晶体管的偏置。该控制信号是无直流的，用于只根据该输入信号的交流分量
30 来实现控制。因此，该控制只取决于该输入信号的可变部分，该输入信号的可变部分携带输入信号中的有用信息。此控制实现从输入到缓冲器的一个反馈，这改善了差分放大器的总稳定性及其线性。

在放大器的另一实施例中，一对共射极晶体管具有用于控制所述晶体管对的放大的第一反馈装置。第一反馈装置还增加了输入阻抗以便把共射极对更好地适配到电压类型的输入信号。同时，该放大器的线性也增加了。

- 5 在本发明的另一实施例中，一对共基极晶体管包括一对第二反馈装置，所述第二反馈装置用于把一对共基极晶体管的输入阻抗适配到一个生成器的输出阻抗，所述生成器发送差分输入信号。第二反馈装置增加了共基极晶体管的输入阻抗，并且同时改善了放大器的线性。

10 在本发明的一个实施例中，一种接收机包括所述差分放大器。由于差分放大器改进的线性和噪声系数，改差分放大器被用作接收机中的一个低噪声放大器(LNA)，所述LNA是接收机中的输入级。

参考附图，本发明的典型实施例的如下说明使得本发明上面的以及其他特征和优点将显而易见，附图中：

图1描述了根据本发明的一种差分放大器，

- 15 图2描述了根据本发明实施例用电压到电流变换器实现的差分放大器，

图3描述了根据本发明另外一个实施例的加法器，

图4描述了根据本发明实施例适配到电流类型的输入信号的放大器，

- 20 图5描述了根据本发明实施例用双极型晶体管实现的放大器，

图6描述了根据本发明另外一个实施例使用放大器的接收机。

图1描述了根据本发明的一种差分放大器。所述放大器适于处理差分输入信号，所述信号有基本上彼此反相的两个分量 I_{n+} ， I_{n-} 。该放大器包括交叉耦合到一对加法器30的一对倒相器10，倒相器10接收该输入差分信号。该放大器还包括一对可控制的缓冲器20，用于接收输入差分信号并把信号输出到一对加法器30。所述缓冲器对的偏置由输入差分信号交叉控制，用于执行输入信号的线性放大。可以看到：任何加法器30接收到两个同相(in-phase)信号，一个信号由可控制的缓冲器20生成并且另一个由一个倒相器10生成。因此，输出信号具有一个相对大的值。当相对大的输入信号被提供时，该放大器可以限制它们的幅度，即，在线性放大器中不期望的非线性特性。因此，提供反馈以便控制缓冲器的偏置。当一个相对大的电压 I_{n+} 出现时，一个相对

25

30

大的反相电压 I_{n-} 也出现。该反相电压确定缓冲器20的偏置电压的修改，以确定缓冲器的放大的降低。此降低还确定无失真地发送一个输出差分信号，并且该放大器的整个放大率是线性的。该放大器是电压控制的并且可以是运算放大器、跨导放大器、CMOS缓冲器和倒相器。

5 图2描述了根据本发明实施例用电压到电流变换器实现的差分放大器。在本发明的这个实施例中，一对倒相器10和一对可控制的缓冲器20是电压到电流变换器。此特征对于其中大多数信号是电压信号的有线或无线现代通信系统是重要的。因为放大器在它的输出处提供电流信号，所以加法器相对更容易被实现，而降低放大器的成本。该电压
10 到电流变换器例如可以是使用例如Si、SiGe、GaAs那些材料的跨导放大器、双极或CMOS晶体管。

图3描述了根据本发明另外一个实施例的加法器。假设由缓冲器输出的电流是 I_b 并且由倒相器输出的电流是 I_i ，那么输出电压，例如 $OUT+$ ，如等式1所述。

$$15 \quad OUT' = R(1+x)I_b + xRI_i \quad (1)$$

它导致放大取决于电阻器比率(resistors ratio) x 。使这些电阻可被控制，则更易于控制放大器的放大。

图4描述了根据本发明实施例适于电流类型输入信号的放大器。该差分放大器被耦合到一个用于把电流类型差分输入信号适配到电压类型差分信号的电流到电压变换器。所获得的电压被输入到差分放大器。可以看到：像光网络那样的某些通信系统在它们的输入处提供光学变送器，例如光电晶体管。这些变送器的输出信号是电流类型的信号。因此，这些电流类型的信号必须首先被转换成电压，各个电压被
20 输入到该差分放大器。此特征增加了在根据本发明的差分放大器的应用中的通用性。此外，这有助于各种类型的放大器的标准化。

图5描述了根据本发明实施例用双极型晶体管实现的放大器。在图5中，晶体管对T1、T2被视为图1中的一对倒相器10。类似地，晶体管对T3、T4被视为一对可控制的缓冲器20。电流源I1和I2分别地偏置晶体管对T1、T2和T3、T4。可以看到：提供电容装置40以便控制一对可控制的缓冲器的偏置。还可以看到：第一反馈装置R1耦合在晶体管T1、
30 T2的发射极之间。第二反馈电阻装置R2耦合到晶体管对T3、T4的发射极。晶体管对T1、T2处于所谓的共发射极连接。晶体管对T3、T4处于

所谓的共基极连接。第一电阻反馈R1增加了该放大器的输入阻抗，而减少了放大。在这种方式中，较大的输入信号可以被输入到此级（stage）。第二电阻反馈R2增加了共基极级的输入阻抗，这同时减少了这级的整体放大。可以看到：T2的集电极电流在用电阻R和xR实现的加法器中被加到T3的输出电流上。类似地，T1的集电极电流被加到T4的集电极电流的电流上。同时，取决于输入信号的无DC的信号被输入到晶体管T2和T3的基极，所述信号基本上与它们的集电极中的信号反相。因此，当 I_{n+} 很大时，由 I_{n-} 信号确定的无DC的反馈信号减小了T3的基极电流，这降低了这级的放大。因此，该反馈增加了这级的线性。必须看到：能够用pnp双极型晶体管，CMOS晶体管（如对于本领域技术人员来说可以显而易见地得到的）来实现在此发明中给出的概念。在基极，发射极和集电极端子和门极（栅极），源极和漏极端子之间分别有一个直接的对应。此外，使用npn双极型晶体管的电路与用n沟道CMOS晶体管实现的电路等效，并且用pnp双极型晶体管实现的电路与用p沟道CMOS晶体管实现的电路等效。

图6描述了根据本发明另外一个实施例使用放大器1的接收机500。放大器1被使用作为接收差分输入信号并生成差分输出信号的低噪声放大器(LNA)。该差分输出信号被输入到一对混频器2，以便与合成器(synthesizer)6生成的一个周期正交信号相组合，所述合成器包括一个正交电压控制振荡器(VCO)。该周期信号可以具有与输入信号载波频率相等的一个频率或者具有另一个不同的频率。在第一种情况中，我们具有一个外差(heterodyning)接收机，并且在第二种情况中具有一个零IF接收机。由混频器2生成的信号被输入到自动增益控制放大器(AGC)3，用于被进一步放大。由自动增益控制AGC放大器3生成的放大信号被输入到滤波器4。在外差接收机的情况下，滤波器是一个带通滤波器，而在零IF接收机的情况下，滤波器是一个低通滤波器。由滤波器4生成的一个滤波器信号经由输出缓冲器5被发送以便进一步处理，所述缓冲器被设计成对接收机系统的进一步处理级执行适配。

注意：本发明的保护范围不限制为在此描述的实施例。也不是权利要求中的附图标记所限制的本发明的保护范围。单词‘包括’不排除权利要求中提及的那些之外的其他部分。元件前面的单词‘一个’不排除多个那些元件。形成本发明部分的装置既可以以专用硬件的形式实现

又可以以编程目的的处理器的形式来实现。本发明存在于每个新的特征或特征组合中。

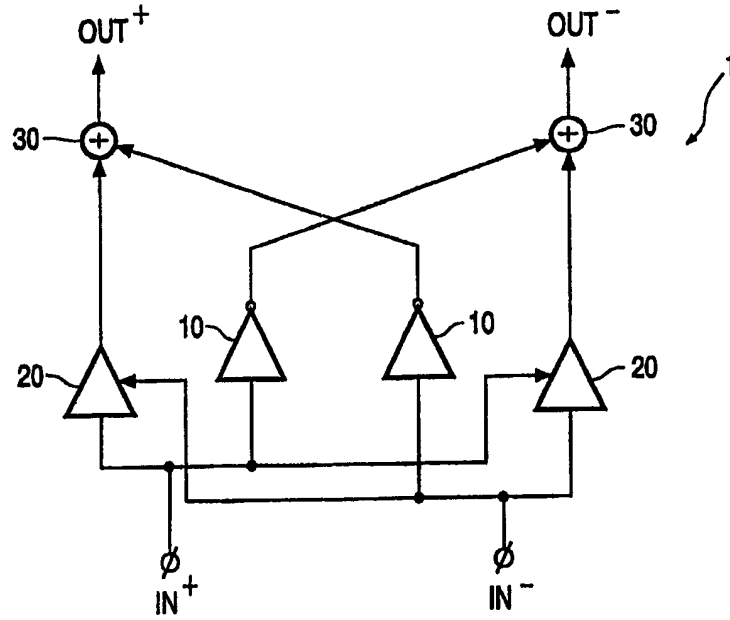


图 1

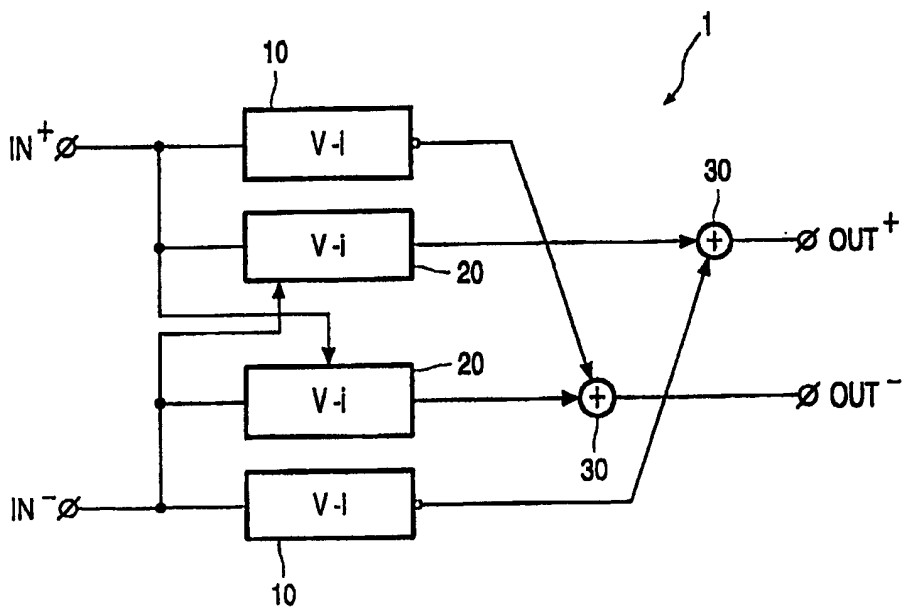


图 2

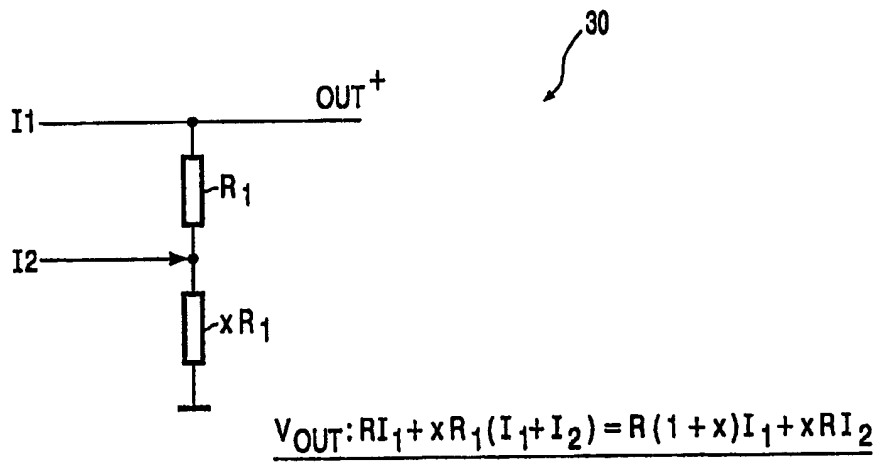


图 3

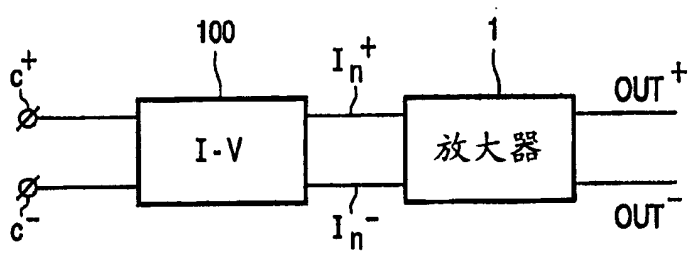


图 4

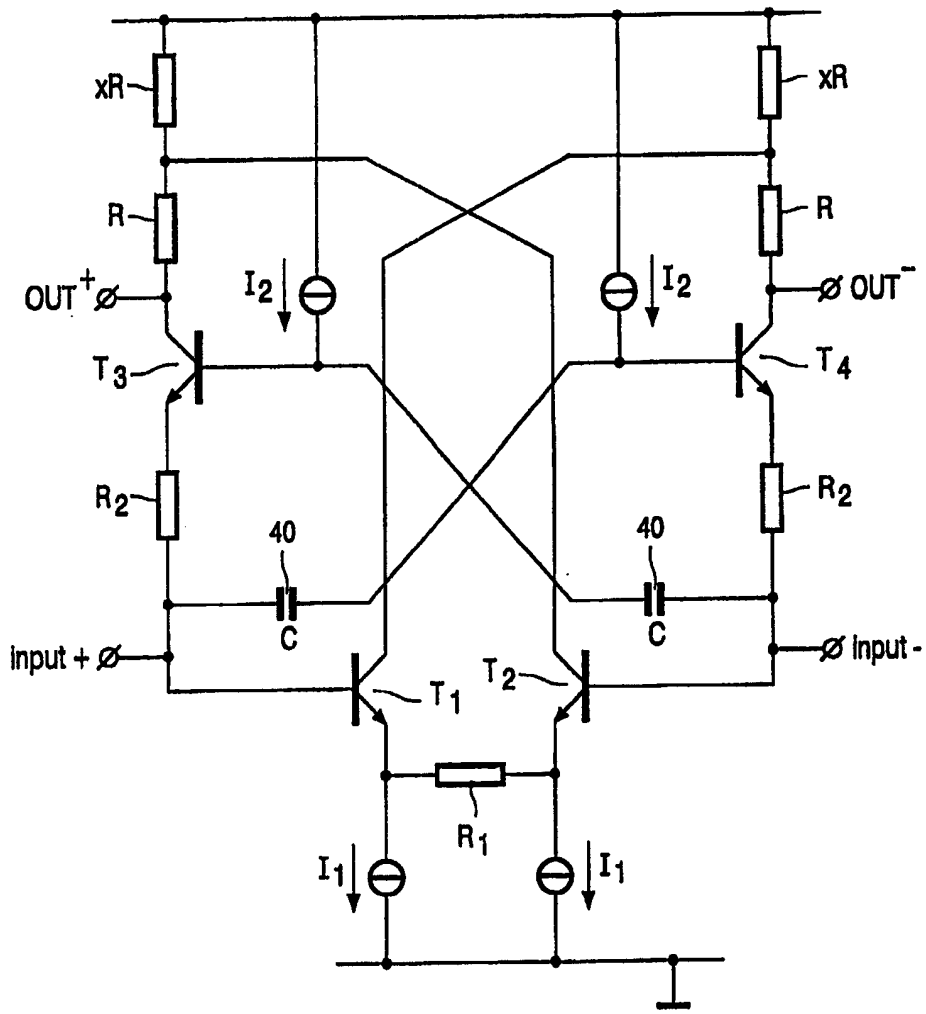


图 5

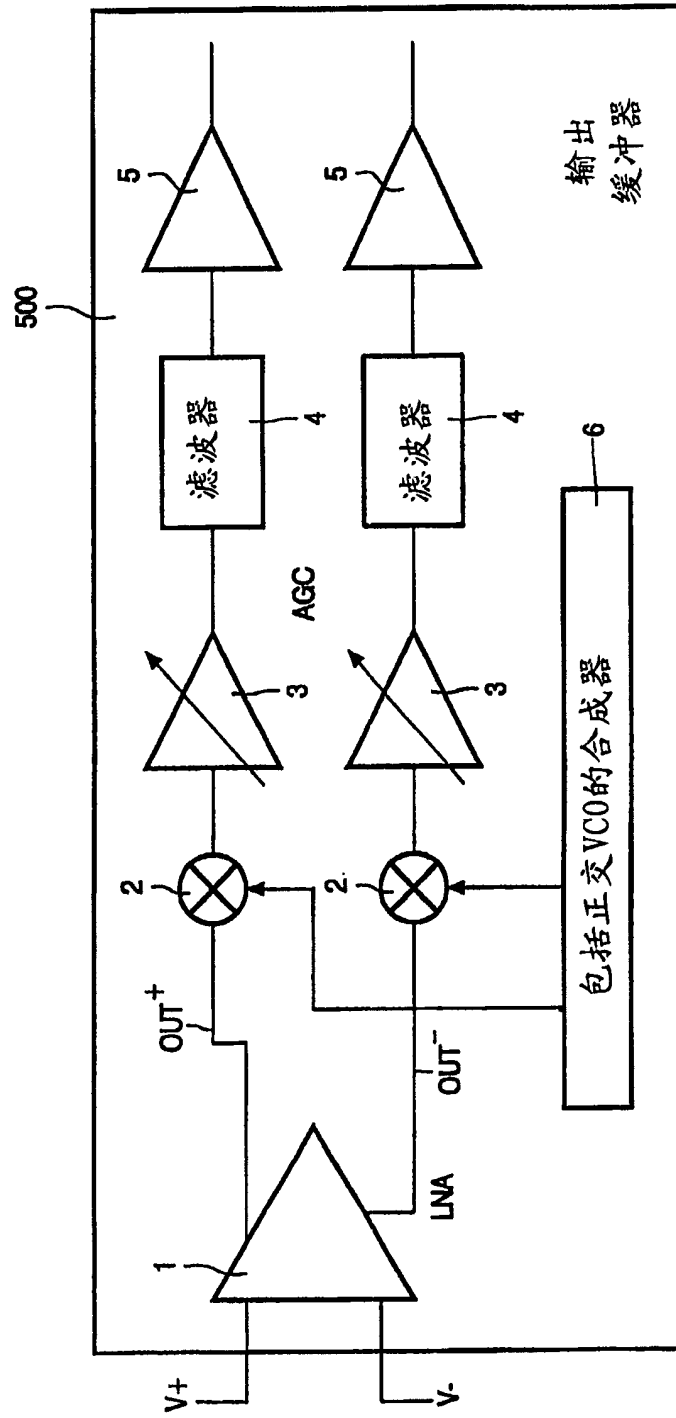


图 6