[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H03H 11/20
H03B 5/36

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96121940.8

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1131591C

[22] 申请日 1996.9.21 [21] 申请号 96121940.8

[30] 优先权

[32] 1995. 9.22 [33] US [31] 532177

[71] 专利权人 汤姆森消费电子有限公司

地址 美国印第安纳州

[72] 发明人 P·D·菲利曼 M·F·朗姆拉希

[56] 参考文献

US4395687A 1983.07.26 H03H11/20,H01P1/18

US4797634A 1989.06.10 H03L7/00

审查员 兰 霞

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

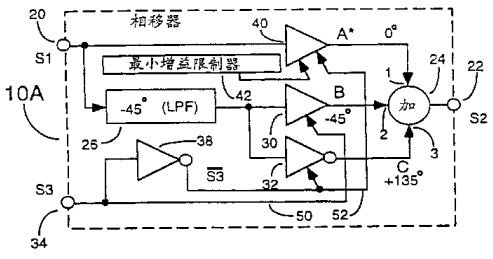
代理人 王 岳 王忠忠

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 5 页

[54] 发明名称 相移设备

[57] 摘要

一源提供一个将被相移的输入信号，以及一结合电路，结合由输入信号导出的具有不同相移的第一，第二和第三中间信号，以便形成相位偏移的输出信号，一第一幅度控制器响应施加于它的一相位控制信号按相反方向改变第二和第三中间信号的幅度以便控制相位偏移输出信号的相位。 此外，幅度控制器减小相位移控制信号发生变化的可能性，以便改变相位偏移输出信号的交流(图 5)直流(图 6)电流的幅度。



ISSN1008-4274

1. 相位偏移设备，包括:

一个信号源，提供将被相移的输入信号;

相加装置，用于将从所述输入信号导出并具有不同相移的第一、第二和第三中间信号相加，以便形成一个相位偏移的输出信号;

第一幅度控制装置，响应于施加于它的一个相位控制信号，用于按相反的方向同时改变所述第二和第三中间信号的幅度，以便控制所述相位偏移的输出信号的相位; 和

第二幅度控制装置，响应于所述相位控制信号，用于改变所述第一中间信号的幅度。

2. 按照权利要求 1 所述的设备，其特征在于:

所述第一中间信号与所述输入信号同相;

所述第二中间信号相对所述输入信号相移 45^0; 并且

所述第三中间信号相对所述第二中间信号相移 180^0。

3. 按照权利要求 1 所述的设备，其特征在于:

所述第一、第二和第三中间信号相对所述输入信号分别地相移 0^0、-45^0和 $+135^0$角。

4. 按照权利要求 3 所述的设备，其特征在于:

所述第一、第二和第三中间信号的每个信号都由各自的一个第一、第二和第三放大器放大，每个放大器有各自的增益; 以及

所述第一放大器的增益大于所述第三放大器的增益。

5. 按照权利要求 2 所述的设备，其特征在于，所述第一中间信号从所述信号源经一个放大器耦合至所述相加装置，并且所述设备还包括:

幅度限制装置，耦合至所述放大器，用于设置所述第一中间信号的最小幅度。

6. 按照权利要求 2 所述的设备，其特征在于，所述第二幅度控制装置包括:

一个放大器，具有赖于加到它的一个工作电流的跨导;

一个电流源，用于将所述工作电流加到所述放大器，并且用于以所述相位控制信号的函数的方式改变所述工作电流；以及

用于将所述放大器的跨导限制在从一个最小值到一个最大值的数值范围的装置。

7. 按照权利要求 2 所述的设备，其特征在于，所述第二幅度控制装置包括:

一个放大器，具有赖于加到它的一个工作电流值的跨导;

一个第一电流源，用于将一个固定工作电流加到所述放大器，由此建立对于所述放大器的跨导的一个最小值；以及

一个第二电流源，响应于所述相位控制信号，用于将一个可变工作电流加到所述放大器，由此将所述跨导从由所述第一电流源提供的所述最小值改变到正比于由两电流源提供的电流和的一个最大值。

8. 相位偏移设备，包括:

一个信号源，提供将被相移的输入信号;

用于将全部由所述输入信号导出的第一、第二和第三中间信号相加以便形成相位偏移的输出信号的装置，所述第一中间信号与所述输入信号同相，所述第二中间信号相对所述输入信号相移 45^0，并且所述第三中间信号相对所述第二中间信号相移 180^0;

第一幅度控制装置，响应于加到其上的一个相位偏移控制信号，用于按相反方向改变所述第二中间信号和第三中间信号的幅度，以用于控制所述相位偏移输出信号的相位；以及

第二幅度控制装置，用于与所述第二中间信号和第三信号的所选择的其中之一的信号幅度变化相一致地改变所述第一中间信号的幅度。

9. 按照权利要求 8 所述的设备，其特征在于:

所述第一中间信号在具有第一增益的一个第一放大器中受到放大;

所述第二中间信号和第三信号的所选择的其中之一的信号在具有第二增益的一个第二放大器中受到放大；以及

所述第一放大器的所述第一增益大于所述第二放大器的所述第二

增益。

10. 按照权利要求 8 所述的设备，其特征在于，还包括:

第三幅度控制装置，用于设置所述第一中间信号的最小幅度的限制，所述最小幅度与所述相位控制信号的变化无关。

11. 按照权利要求 8 所述的设备，其特征在于，所述第二幅度控制装置包括:

一个放大器，所述输入信号加到此放大器，用于产生所述第一中间信号，所述放大器具有赖于加到它的一个工作电流值的跨导;

一个电流源，用于将所述工作电流施加到所述放大器，并且用于以所述相位控制信号的函数的方式改变所述工作电流; 以及

用于将所述放大器的跨导限制在从一个最小值到一个最大值的数值范围的装置。

12. 按照权利要求 8 所述的设备，其特征在于，所述第二幅度控制装置包括:

一个放大器，所述输入信号加到此放大器，用于产生所述第一中间信号，所述放大器具有赖于加到它的一个工作电流值的跨导;

一个第一电流源，用于将一个固定工作电流加到所述放大器，由此建立对于所述放大器的跨导的一个最小值; 以及

一个第二电流源，响应于所述相位控制信号，用于将一个可变工作电流加到所述放大器，由此将所述跨导从由所述第一电流源提供的所述最小值改变到正比于由两电流源提供的电流和的一个最大值。

相移设备

技术领域

本发明涉及相移设备，特别涉及一种可变相移器，其中组成输入信号的多个相移元件按照由一相移控制的信号确定的比例组合，以便提供相移输出信号。

背景技术

可变相移设备是有用的，例如，在压控振荡器中，滤波器中以及类似的应用中用作相位控制元件，因为在这些应用中需要受到控制的相位移。例如，在名称为“受控振荡器”（1977年4月26授权给Hawood的美国专利中，公开了一种压控晶体振荡器，其中用于控制振荡频率的相位移由矢量和提供。特别地，一个振荡信号借助于一个两端L－C低通滤波器被相移＋90°以及当该角度因改变＋90°（正交）信号幅度而可控时结合原始信号产生在0°和超前角（例如＋45°）之间的合成矢量。为了提供滞后相移（例如从0°至90°），该正交矢量的极性被反转－90°而不是＋90°，该被反转的正交矢量被附加到参考信号或输入信号。这里当角度通过改变该－90°矢量的幅度而可控时，合成矢量处在0°和一滞后角（0°至45°）之间。在一种振荡器应用中，无需正交相移元件（例如90°双极点滤波）的相移电路由Paul D.Filliman在其名称为“受控振荡器”的美国专利4797634中加以描述(1989.1.10授权)不同于Harwood的装置,Filliman相移器在某一时间结合三个矢量而不是两个矢量。使用的矢量角度为相对输入信号的－45°，0°和＋135°，这三个矢量的混合提供全部正的（超前）或负的（滞后）相移。同样，由于该＋135°矢量由反转－45°矢量产生，以及－45°相移可由单端RC滤波器提供，所以在提供在有关电视产品中的彩色振荡器的相位控制这样的应用中，该整个相移电路能容易地按集成电路构成。

图 1 表示 Filliman 振荡器的简化方块图。如图所示，相移器 10 由两个反馈通道提供，包括（i）DC 通道（12），通过使用负反馈调整振荡器 DC 工作点的电阻（14）以及（ii）AC 反馈通道（16），通过用单位增益提供引起产生振荡的正反馈的谐振器（18，例如一个晶体）。

如图 1 所示，相移器 10 是非反相的，然而振荡器应用要求反相，以便提供适当的稳定偏置的负 DC 反馈以及在标称谐振频率 Fr 下提供引起振荡产生的正 AC 反馈信号。对于振荡器应用而言，反馈信号的反相在图 1 中是通过在该相移器输出端 22 的一反相器 35 提供的，反相可以在不同位置任意地施加。例如反相器 35 可以放置在该相移器 10 的输入端 20 处，或者放置在该相移器之中。同样，反相可以通过使用相移网络 10 中的一差分输出放大器的反相输出或使用相移器输出端的相加放大器 24 的反相方式简便地提供。如将描述的那样，本发明的重要性不在于相移器是否反相，而在于如何达到该相移。

相移器 10 包括一输入端 20 用于接收相位将受到偏移的振荡输入信号 S1 以及一输出端 22 用于提供一相位受到偏移的输出信号 S2。输入信号 S1 被分成三个“中间”信号或者“矢量”分量“A”，“B”和“C”，它们通过相加电路 24 相加，以便在网络 10 输出端 22 上提供相位被控制的输出信号 S2。以下，术语“中间”信号或分量和术语“矢量”信号或分量可以交替使用。

固定增益放大器 28、两个可变增益放大器 30 和 32（后者为反相器）以及 45° 相位滞后网络 26 提供对输入信号 S1 的处理，以便形成中间信号或矢量分量“A”，“B”和“C”。图 1 中的矢量“A”的相位角相对输入信号 S1 为 0°，并且由通过一非反相固定增益放大器 28 将该输入信号加到相加电路 24 来产生的。

矢量“B”的相位角相对输入信号 S1 为 -45°，并且由将该输入信号在相移网络 44（例如一低通滤波器）中的谐波器 18 的标称频率上相移 45°（滞后）来产生的。之后相移信号“B”通过可变增益非反相放大器 30 加到相加电路 24。

矢量“C”的相位角相对输入信号 S1 为 +135°，并且由用加到相加电

路24的可控增益反相放大器32反相45° 相移网络26的输出来产生的。一相移控制信号S3直接加到放大器30的增益控输入端，并且通过加到反相放大器32的增益控制输入端的一反相器38被反相。

操作时，由于反相放大器52的作用，控制信号S3的增加将导至在端点22上矢量“B”的幅度的增加，因此将导至矢量“C”的幅度下降。而这将产生输出信号S2相对输入信号S1的滞后相位。相反地，控制信号S3的下降将导至矢量“B”的幅度下降以及矢量“C”的幅度增加，这将产生输出信号S2相对输入信号S1的超前相位。当改变相位角时，矢量“A”的幅度保持不变。矢量“B”和“C”的幅度的变化控制网络的网络相移，并由此控制振荡器的频率。

已经发现在某些特定条件下（例如不规则的放大器增益或增益变化），使用所描述类型的三个矢量相移器的Filliman式的振荡器可呈现以下三个操作困难之一或多个：（i）停振；（ii）谐波振荡；以及（iii）偏置不稳定。

以上指出的问题被发现起源于振荡器的相位偏移部分。还发现振荡器的这些问题可以通过限制相移器的相位范围这个方法来减轻。然而并不能完全满意地解决，因为它限制了振荡频率范围，并由此限制了振荡器的应用领域。

发明内容

实施本发明的相移设备包括提供将被相移的输入信号的源和用于结合由该输入信号导出的具有不同相位移的第一，第二，第三信号的结合电路，以便形成相位偏移的输出信号。一第一幅度控制电路响应施加于它的相位控制信号按相反方向改变第二和第三中间信号的幅度，以便控制相位偏移输出信号的相位。此外，还提供了减小按说相移控制信号发生改变的可能性以便改变相位偏移输出信号的幅度的装置。

按照本发明的一种相位偏移设备，包括:

一个信号源，提供将被相移的输入信号;

相加装置，用于将从所述输入信号导出并具有不同相移的第一、第二

和第三中间信号相加，以便形成一个相位偏移的输出信号；

第一幅度控制装置，响应于施加于它的一个相位控制信号，用于按相反的方向同时改变所述第二和第三中间信号的幅度，以便控制所述相位偏移的输出信号的相位；和

第二幅度控制装置，响应于所述相位控制信号，用于改变所述第一中间信号的幅度。

在上述本发明的相位偏移设备中，所述第一中间信号与所述输入信号同相；所述第二中间信号相对所述输入信号相移 45^0；并且，所述第三中间信号相对所述第二中间信号相移 180^0。

在上述本发明的相位偏移设备中，所述第一、第二和第三中间信号相对所述输入信号分别地相移 0^0、-45^0和 $+135^0$角。

在上述本发明的相位偏移设备中，所述第一、第二和第三中间信号的每个信号都由各自的一个第一、第二和第三放大器放大，每个放大器有各自的增益；以及，所述第一放大器的增益大于所述第三放大器的增益。

在上述本发明的相位偏移设备中，所述第一中间信号从所述信号源经一个放大器耦合至所述相加装置，并且所述设备还包括：幅度限制装置，耦合至所述放大器，用于设置所述第一中间信号的最小幅度。

在上述本发明的相位偏移设备中，所述第二幅度控制装置包括：一个放大器，具有赖于加到它的一个工作电流的跨导；一个电流源，用于将所述工作电流加到所述放大器，并且用于以所述相位控制信号的函数的方式改变所述工作电流；以及，用于将所述放大器的跨导限制在从一个最小值到一个最大值的数值范围的装置。

在上述本发明的相位偏移设备中，所述第二幅度控制装置包括：一个放大器，具有赖于加到它的一个工作电流值的跨导；一个第一电流源，用于将一个固定工作电流加到所述放大器，由此建立对于所述放大器的跨导的一个最小值；以及，一个第二电流源，响应于所述相位控制信号，用于将一个可变工作电流加到所述放大器，由此将所述跨导从由所述第一电流源提供的所述最小值改变到正比于由两电流源提供的电流和的一个最大值。

按照本发明的另一种相位偏移设备，包括：

一个信号源，提供将被相移的输入信号；

用于将全部由所述输入信号导出的第一、第二和第三中间信号相加以便形成相位偏移的输出信号的装置，所述第一中间信号与所述输入信号同相，所述第二中间信号相对所述输入信号相移 45^0，并且所述第三中间信号相对所述第二中间信号相移 180^0；

第一幅度控制装置，响应于加到其上的一个相位偏移控制信号，用于按相反方向改变所述第二中间信号和第三中间信号的幅度，以用于控制所述相位偏移输出信号的相位；以及

第二幅度控制装置，用于与所述第二中间信号和第三信号的所选择的其中之一的信号幅度变化相一致地改变所述第一中间信号的幅度。

在上述本发明的另一种相位偏移设备中，所述第一中间信号在具有第一增益的一个第一放大器中受到放大；所述第二中间信号和第三信号的所选择的其中之一的信号在具有第二增益的一个第二放大器中受到放大；以及，所述第一放大器的所述第一增益大于所述第二放大器的所述第二增益。

在上述本发明的另一种相位偏移设备中，还包括：第三幅度控制装置，用于设置所述第一中间信号的最小幅度的限制，所述最小幅度与所述相位控制信号的变化无关。

在上述本发明的另一种相位偏移设备中，所述第二幅度控制装置包括：一个放大器，所述输入信号加到此放大器，用于产生所述第一中间信号，所述放大器具有赖于加到它的一个工作电流值的跨导；一个电流源，用于将所述工作电流施加到所述放大器，并且用于以所述相位控制信号的函数的方式改变所述工作电流；以及，用于将所述放大器的跨导限制在从一个最小值到一个最大值的数值范围的装置。

在上述本发明的另一种相位偏移设备中，所述第二幅度控制装置包括：一个放大器，所述输入信号加到此放大器，用于产生所述第一中间信号，所述放大器具有赖于加到它的一个工作电流值的跨导；一个第一电流源，用于将一个固定工作电流加到所述放大器，由此建立对于所述放大器的跨导的一个最小值；以及，一个第二电流源，响应于所述相位控制信号，

用于将一个可变工作电流加到所述放大器，由此将所述跨导从由所述第一电流源提供的所述最小值改变到正比于由两电流源提供的电流和的一个最大值。

附图说明

本发明的上述特征将在附图中加以说明，其中，相同元件由相同的参考标号指示，其中：

图 1 是使用三矢量和类型的相移网络的现有振荡器的简化方块图；

图 2A－2D 是说明图 1 相移网络的正常操作的某些状态的矢量图；

图 3A－3D 是说明非正常操作的某些状态的“伪”矢量图，在图 1 的相移网络的某些情况下已被发现产生；

图 4 是实施本发明的一种相移网络的方块图；

图 5A－5D 是说明图 4 的相移器的正常操作的矢量图；

图 6A－6D 是说明图 4 的相移器的操作的某些方面的“伪”矢量；

图 7，8A 和 8B 是说明适用于图 4 实施例中的适当的最小增益限制电路的电路图；以及

图 9，10 和 11 是说明图 4 的相移器的改进的方块图。

具体实施方式

在考虑本发明的细节之前，去考虑为何 Filliman 的三矢量相移器现有技术被遭受停振，谐波振荡以及偏置不稳（在某些情况下）以及为何限制相位控制范围将克服这些困难？这将是有帮助的。

首先，关于停振，如果开环增益减小到低于单位一，振荡条件不再满足。只要对于某些控制电压值在谐振器的基频上控相移电路增益呈现明显的下降这种情况就能发生。这个问题由图 2A 和 2C 说明。图 2A 是一矢量图，说明在图 1 的相移电路中的三个基本矢量，即“A”（在 0 度），“B”（在－45 度）以及“C”在＋135 度。假定所有矢量具有相同的幅度。图 2C 说明对于这样一种情况的合成相位移（矢量“R”），其中相位角控制信号处在最小值（例如 0）。在此情况下，当在相加电路 24 中相加时，矢量“A

和”C“产生大大地小于矢量“A”或矢量“C”的一合成矢量“R”。由此可见，在最小相位控制信号值上（S3＝0），该相移电路的增益基本上小于单位一，并由此中断振荡。因此，对于这种情况，人们将故意增加相移器的增益。

第二，考虑谐波振荡。如果在频带频率之外开环增益超过单位一，则满足寄生振荡的条件，这典型地发生在晶体的第三谐波处，因为在基频以及在该基频的奇次谐波处它起一个带通滤波器的作用。一低通滤波器通常包括在晶体网络（谐振器）中，以便抑制这个问题，但是在起控制电压作用的压控相移电路中过量增益仍然能引起谐波振荡。图 2B 说明这种过量增益的状况。在图 2B 中相移控制信号 S3 处于最大值。在这种情况下，由于在反相器 32 中的反相，矢量“C”为零，而矢量“A”和“B”都是全值。由相加电路 24 产生的它们的矢量和或合成输出信号“R”比单个矢量中之任何一个大得多，这表示增益提高。如果在振荡器应用中如上所述增益提高到足够大，则可产生寄生振荡。这样对于这种情况，人们故意降低相移器的增益。

在上述两例中可以看出对于持续振荡人们故意在相移控制信号 S3 的最小值上增加相移网络的增益。然而为了降低寄生振荡人们故意在控制信号 S3 的最大值上降低相移器增益。这些不同的增益要求在图 2D 的合成矢量图中说明，该图 2D 表示对于控制信号 S3 的最小最大和中间值的合成矢量。为解决这个问题人们可以试图作为控制信号 S3 的函数。只改变缓冲放大器 35 的增益然而这种假设的解决方法。

按本发明的一个方面，不可能仅改变合成矢量“R”的幅度校正停振和谐波振荡问题的理由是由于在基低频率上与电路操作有关的第三增益问题，“低”频率意味着由 45° 相移器 26 提供的相位移降低到很低的值（例如，几度）或者，在零 Hz 低通滤波器 26 不提供任何相移。具体地已经发现在很低的或零频率上，滤波器 26 不提供明显的延迟因此无明显的相移，使得在控制信号 S3 的某些条件下可以反转合成矢量“R”的极性。

更具体地，　如果“DC”或低频增益接近零（或最坏，越过零并改变极性）将导致偏置的不稳定性。根据在本申请的电路中使用的 DC 偏置方法，

DC 或低频增益的改变能偏移环路的工作点导致停振或不满意的工作比或者，对于相位反转的情况，在 DC 反馈为正的封锁条件下，电路的作用像一闩锁。这个问题由图 3A－3D 的矢量图说明。除对于输入信号频率为零的条件外，这些图类似于图 2A－2D（即为直流，DC）。

在 DC，低通滤波器 26 提供接近高于标称（谐振器）频率 3dB 的幅度并且无伴随的相移产生。增加 3dB 增益的理由在于低通滤波器在谐振器频率引入 3dB 损耗，以得到－45° 的相移而该损耗是通过调整放大器 30 和 32 的增益或加权相加器 24 来加以校正的。这在 DC 状况下，补偿低通滤波器的幅度将呈现纯净的 3dB 增益（即，1.414 的增益）。因此，矢量“B”和“C”大于矢量“A”并处在矢量“A”的轴上。这将用图 3A 的基本矢量来说明。对于这两种原因，（B，C＞A 以及都在轴上），在 DC 以及低频该压控相移器比在谐振器 18 的标称频率呈现平坦的更高的增益灵敏度（对控制电压 S3）。

图 3B 表示相位控制信号 S3 为最大情况的合成“R”。对于这种情况矢量“B”为零而矢量“C”处在其最大值。然而，在 DC 和低频率比矢量“A”大 3dB。结果，合成矢量“R”的相位反转 180°，这对于 DC 反馈必须为负的振荡器应用情况将引起正反馈，并造成整个电路的封锁，振荡停止。在图 3D 中表示这种不希望的情况，在该图 3D 中说明对于控制信号 S3 的最小，中间和最大值的三个合成矢量的合成。如所见到的那样，当相位控制信号 S3 处于其最小值时，合成矢量“R”的相位反转。

图 4 是应用本发明的相位移设备的方块图，其中的装置被提供来降低相位移控制信号 S3 随相位移输出信号 S2 幅度改变而发生变化的可能。这可通过这样一种方法实现，即相位移输出信号的相位对相位控制信号的任意值不反相。

除（1）图 1 的固定增益放大器 28 被图 4 中的可变增益放大器 40 取代，（2）对放大器 40 的增益控制是从控制反相放大器 32 的增益的相同总线 52 得到的，以及（3）最小增益限制器 42 连接到可变增益放大器 40 之外，图 4 中的相移器 10A 与图 1 中的相移器 10 相似。

相移器 10A 的操作由图 5A－5D 以及 6A－6D 说明。图 5A 说明用于相加

的三个基本矢量，在0°，－45°和＋135°具有相等的幅度。

图5B说明这样一种情况，即相位控制信号S3处最大值，使得矢量“B”增加，矢量“C”减小到零以及矢量“A”减小到由最小增益限制器42确定的最小值。这样产生出稍大于于矢量“B”的滞后合成矢量R。

图5C说明当S3置于最小值时（例如零）控制信号S3另一极端情况。在该情况中，放大器30的增益减小到零，所以矢量“B”的幅度也为零。矢量“A”的幅度由放大器40提高。矢量“C”和“A”的和“R”为超前矢量，大小与图5B中相同。图5D是说明对于相位控制信号S3的最小，中间和最大值的合成矢量的合成矢量图。如所示那样，在信号S3的全部范围上合成矢量“R”在幅度上的差异不大。

根据上面所述，已经看出，在标称工作频率下，滤波器26的相移为45°时，整个相移器电路10A的增益是稳定的。现在将考虑滤波器26的相移可忽略时给出在DC和低频上的幅度响应。

如上所讨论那样，假定在相移器的工作的标称频率上所有矢量的增益被规化。这当然应该接近振荡器应用状态的谐振器频率。这在DC和低频率上，设置在中间范围上的矢量“B”和“C”将比矢量“A”大（3dB）。图6A说明在DC和低频时“基本”矢量的矢量关系。图6B说明相位控制信号S3被设置到最大值的情况。在这种情况下放大器40将矢量“C”的幅度减小到零，而放大器40将矢量“A”的幅度减小到由最小增益限制器42确定的最小值。这样合成矢量“R”将等于最小的“A”值加上矢量“B”的增大的幅度的和。如说明那样，对于设置相位控制信号S3最大的情况不存在合成矢量的反转。

图6C说明相位控制信号S3减小到其最小值（零）的情况，这使放大器30的增益减小，由此使矢量“B”的幅度等于零。放大器40和32两者呈现增益增加，因为它们接收了反相的相位控制信号（~~S3~~）。但是放大器40的最大增益被选择得比放大器32的大得多，使得在假定条件下矢量“A”比矢量“C”大。约6dB的增益差是适宜的，这样就允许某些放大器增益容差变化。结果，对于设置相位控制信号S3为最小的情况，合成矢量“R”是正的（即不反相）。图6D是矢量图，是相位控制信号三个值，即最小，

中间和最大值的合成。虽然该图表示在DC和低频时的增益变化，然而对于相位控制信号S3的任何设置相位不反转。

在本发明的以上例子中，一可变增益放大器40被用于改变中间信号(矢量“A”）的幅度，最小增益限制器42连接到放大器40。图7是适用作为放大器40和最小增益限制器42的可变增益差分放大器。该放大器包括将晶体管Q3和Q4连接到输出端706和707的一对源，该晶体管Q3和Q4具有连接到地的漏极负载R1和R2。晶体管Q3和Q4的静电流被改变使放大器的跨导（gm）变化，由此产生正比于可变跨导和负载值乘积（RL）的可变增益K。

为了进行跨导控制，提供了晶体管Q2，工作在加到701和703端的固定的栅－源偏置上。换言之，该晶体管被偏置作为固定电流源。因此差分放大器的晶体管Q3和Q4的跨导不能小于由晶体管Q2提供的固定电流所确定的值。这相应于图4中最小增益限制器42的作用。

可变增益控制由具有固定源极电压的晶体管Q1提供，栅压随加到控制输入端702的控制信号变化从而构成一个可变电流源。这样当相位控制信号改变时由晶体管Q1提供的电流也改变，从而控制了晶体管Q3和Q4的跨导。但是当加到702端的控制电压偏置晶体管断开时，跨导不降低到零，因为晶体管Q2仍施加一最小电流，这个电流与由晶体管Q1提供的电流无关。最大增益由两电流源晶体管提供的电流和确定。

对于矢量“A”，存在着不同的设置最小幅度的其他方法。例如图9说明图4相移器的修改，其中最小增益限制器42放置在控制信号通道中用作放大器40的增益控制信号（~~S3~~）。如此目的可使用箝位电路。在图8中来自反相器38的控制信号加到输入端801、然后通过一二极管802加到输出端803。端803通过电阻804和参考电压源805（电池）还连接到地。

工作时，当相位控制信号大于电池电压和二极管802的正向电压时，二极管将导通，并且将一控制信号加到随相位控制信号改变的可变增益放大器 40。但是，在低电压时，二极管将不导电，并因此加到放大器40的增益控制输入端的电压将等于参考源805电压的固定值。图8B的箝拉电路除二极管802和电阻804被交换位置外与图8A的相类似。工作时，对于大

于电池和二极管电压和的输入电压，二极管将截止，放大器40的输出电压将跟随在801端上的控制信号。相反，在低电压时，二极管将被正向偏置，因此保持对放大器40的固定增益控制偏压并建立一最小增益。

图10是说明修改图4实施例的方块图，其中，最小增益限制器42是通过放置包括围绕放大器40的一放大器620的旁路通道600实施的。该通道保证甚至当放大器40被偏置产生零输出时，矢量“A”将仍具有由衰减器确定的一最小值。图11说明图4相移器的修改，其中反相器38从相位控制信号总线52移动到相位总线50。除了当相位控制信号S3变化时相位按相反方向偏移之外，电路工作和图4相同。

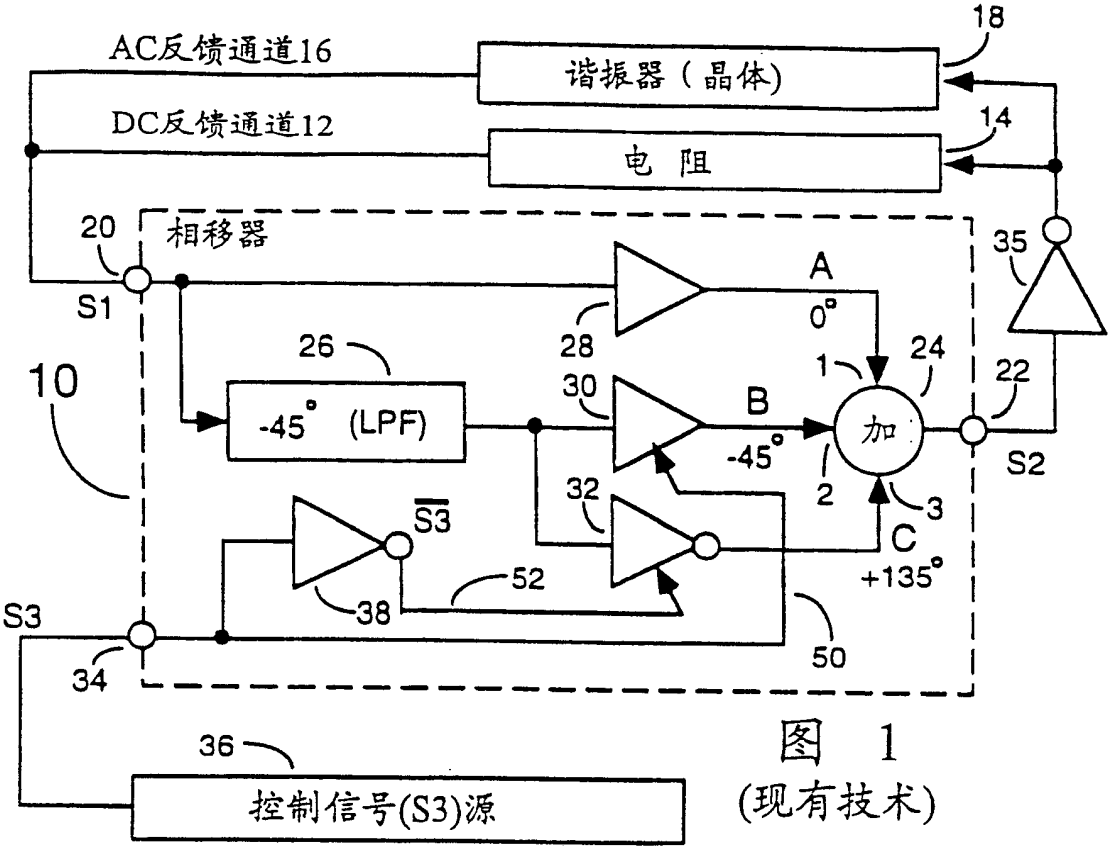
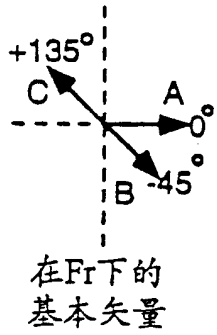
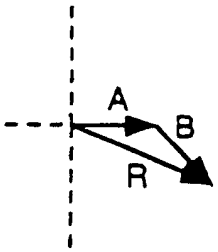


图 1
(现有技术)



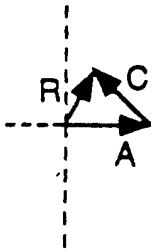
在Fr下的
基本矢量

图 2A



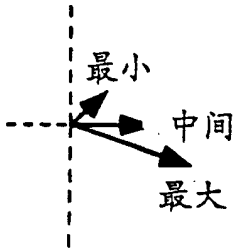
S3 = 最大

图 2B



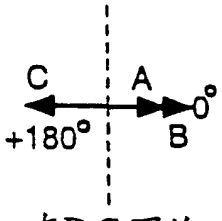
S3 = 最小

图 2C



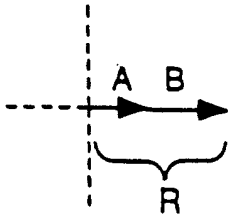
合成

图 2D



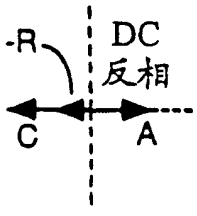
在D.C.下的
基本矢量

图 3A



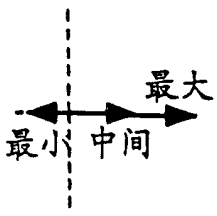
S3 = 最大

图 3B



S3 = 最小

图 3C



合成

图 3D

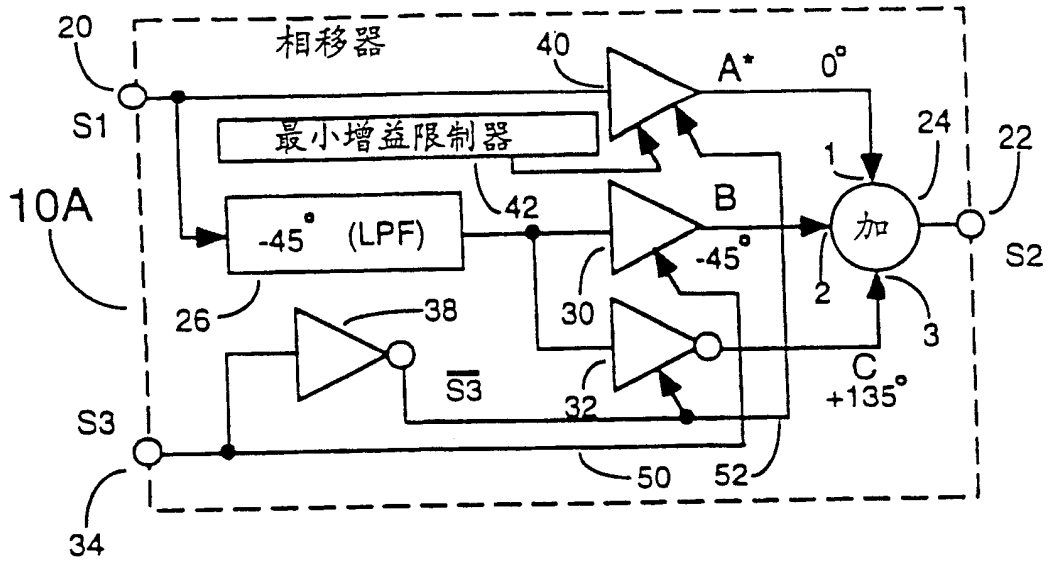


图 4

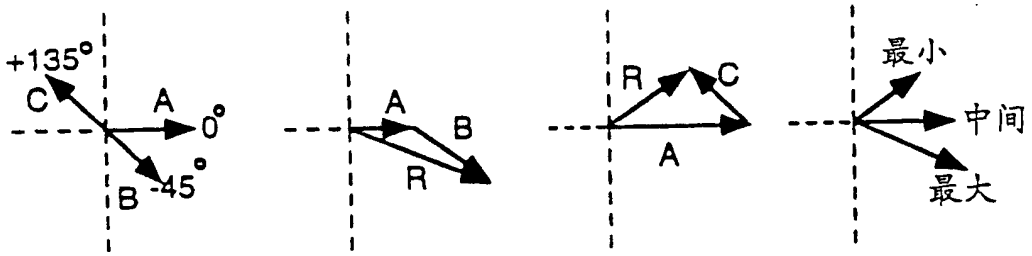


图 5A 图 5B 图 5C 图 5D

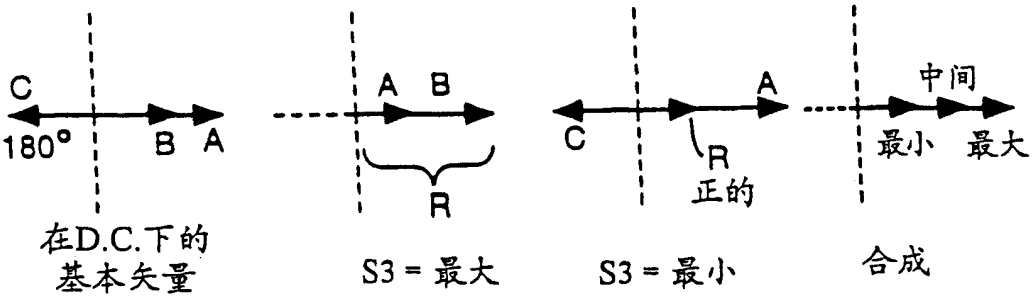


图 6A 图 6B 图 6C 图 6D

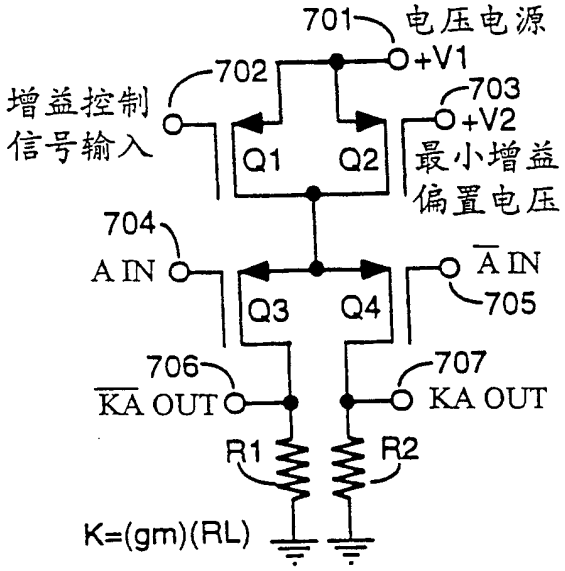

701
电压电源
+V1
702
703
+V2
增益控制
信号输入
Q1
Q2
最小增益
偏置电压
704
A IN
Ā IN
Q3
Q4
705
706
707
KA OUT
KA OUT
R1
R2
K=(gm)(RL)

图 7

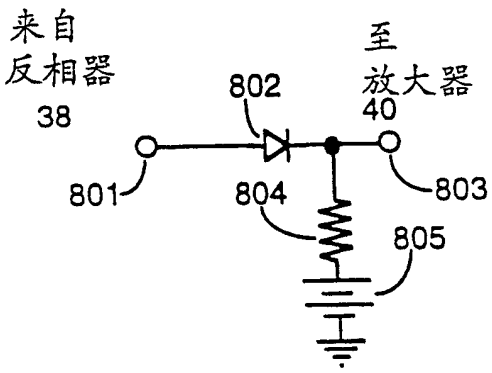

来自
反相器
38
至
放大器
40
802
801
804
803
805

图 8A

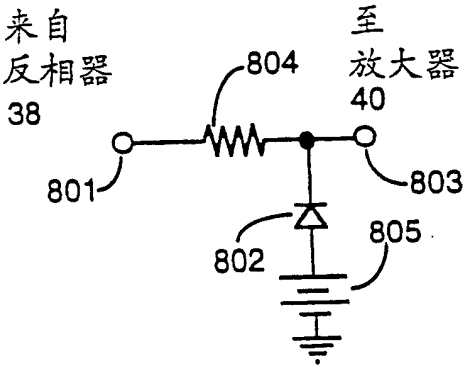

来自
反相器
38
至
放大器
40
804
801
803
802
805

图 8B

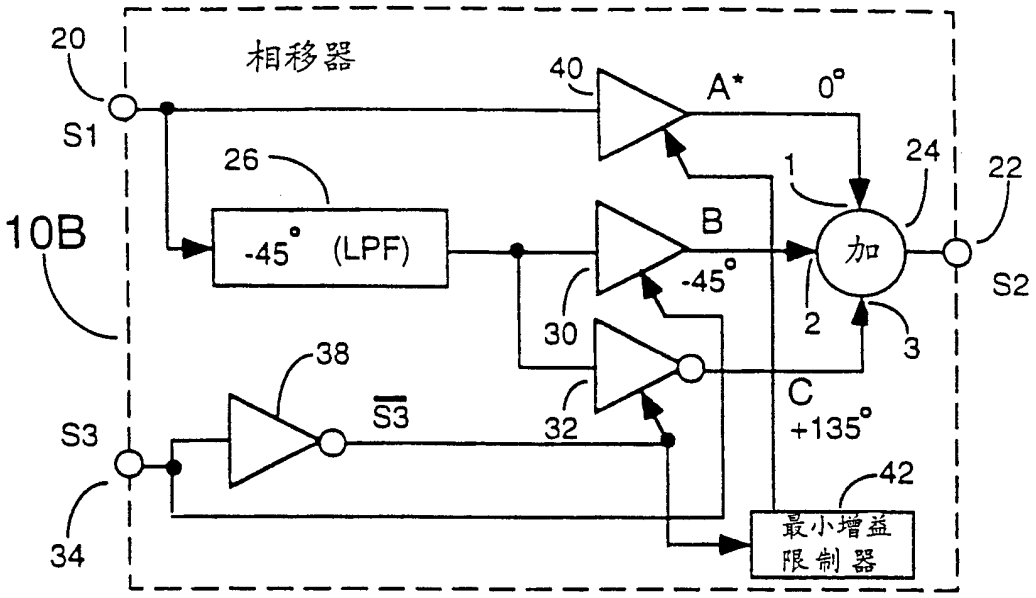

20
相移器
40
A*
0°
S1
26
1
24
22
10B
-45° (LPF)
B
加
S2
-45°
30
2
3
38
C
S3
S3
32
+135°
42
S3
最小增益
限制器
34

图 9

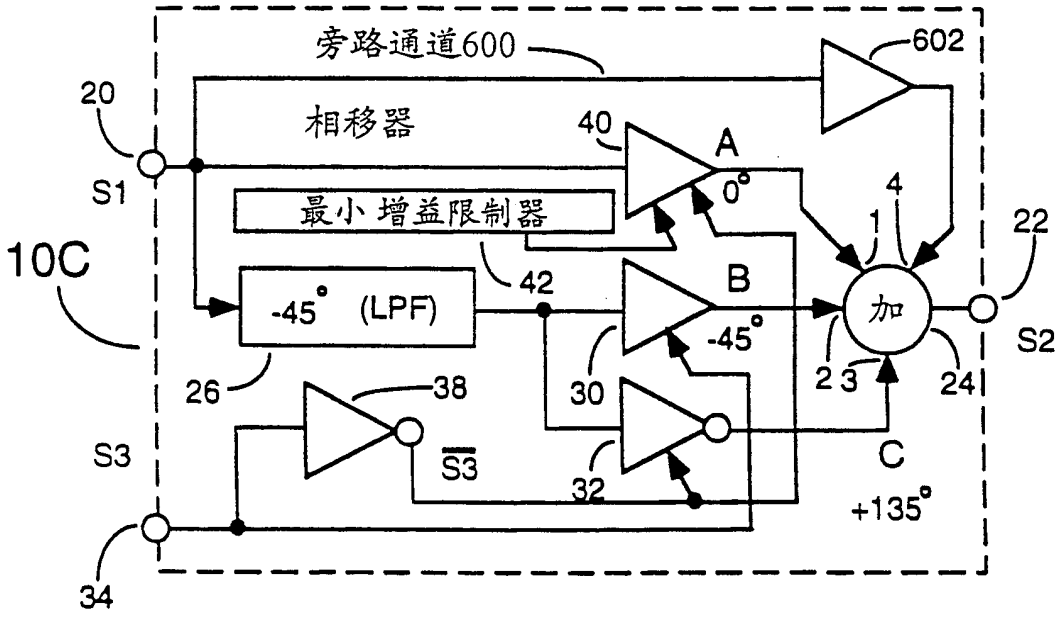

旁路通道600
602
20
相移器
40
A
S1
0°
最小增益限制器
4
1
22
10C
42
B
-45° (LPF)
加
S2
-45°
26
30
2 3
24
38
S3
S3
C
32
+135°
34

图 10

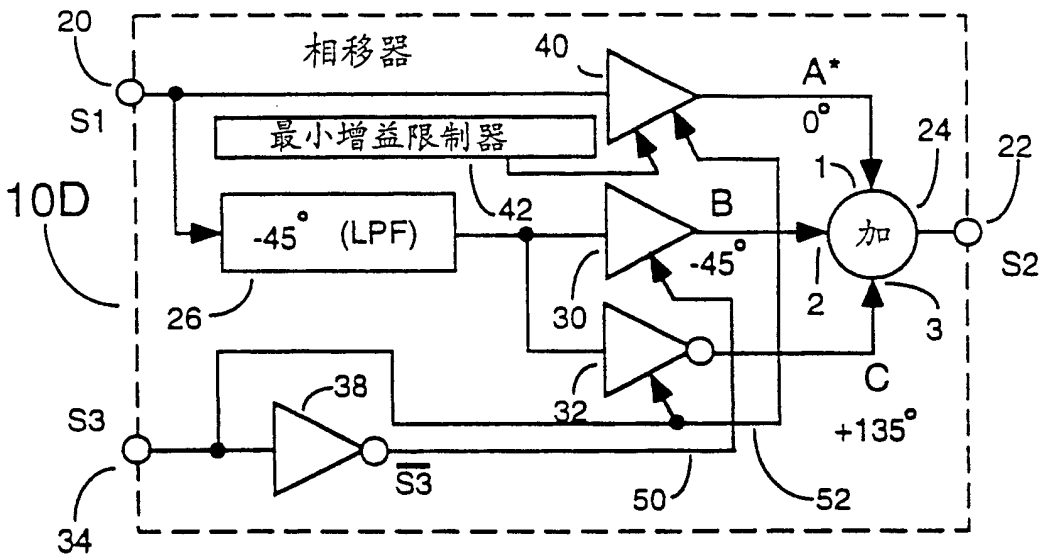

20
相移器
40
A*
S1
0°
最小增益限制器
24
22
1
10D
-45° (LPF)
42
B
加
S2
-45°
26
30
2
3
C
38
S3
32
+135°
S3
50
52
34

图 11