[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[6]
H03L 7/08
H03D 7/16

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 99103026.5

[43]公开日 1999年12月1日

[11]公开号 CN 1237042A

[22]申请日 99.3.19 [21]申请号 99103026.5

[30]优先权

[32]98.3.19 [33]US [31]09/044,281

[71]申请人 科内克森特系统公司

地址 美国加利福尼亚州

[72]发明人 莫腾·达姆高

另一发明人译名待定

[74]专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

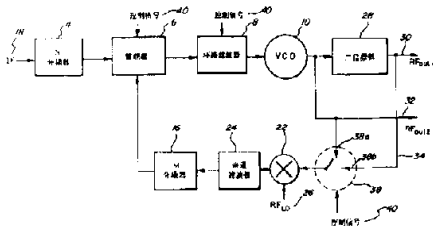
代理人 余 朦 穆德骏

权利要求书4页 说明书8页 附图页数6页

[54]发明名称 多频带调制技术

[57]摘要

该调制技术采用含有一个压控振荡器(VCO)的锁相环电路产生两个或更多个输出频率范围。其中,倍频器连接至VCO的输出,VCO的输出和倍频器的输出根据需要哪一个输出频率进行可选择性地反馈,输出频率可以直接取自VCO或取自倍频器,当输出频率取自倍频器的输出时,为了补偿由倍频器引起的环路增益,控制信号调整鉴相器和/或环路滤波器的增益。



ISSN1008-4274

99.03.19

权　利　要　求　书

1. 一种产生两个或更多输出频率范围的锁相环(PLL)电路，包括：

对输入频率信号进行 N 分频的第一分频器；

具有可选增益控制，并连接到第一分频器的鉴相器；

连接到鉴相器输出的环路滤波器；

连接到环路滤波器输出的压控振荡器(VCO)；

连接到 VCO 输出的倍频器；

频带开关，其具有连接至 VCO 输出的第一输入，连接至倍频器的输出的第二输入，和可以选择性地连接至第一或第二输入的输出；

具有两个输入的混频器，其中一个输入连接至频带开关的输出，另一个输入连接射频信号；

对频率进行 M 分频的第二分频器，其连接至混频器的输出，第二分频器的输出连接至鉴相器的输入；

连接至频带开关和鉴相器的控制信号线，当控制信号线上的控制信号为频带开关选择所需的反馈频率时，鉴相器的可选择增益被相应地进行设置。

2. 根据权利要求 1 的电路，其特征在于环路滤波器具有可选增益并且环路滤波器增益由控制信号线上的控制信号而不是由鉴相器增益所设置。

3. 根据权利要求 2 的电路，其特征在于环路滤波器增益和鉴相器增益由控制信号线上的控制信号设置。

4. 根据权利要求 3 的电路，其特征在于带通滤波器连接在混频器和第二分频器之间。

5. 根据权利要求 4 的电路，其特征在于倍频器是二倍频器，而且环路滤波器或鉴相器的可选增益有两种设置，一种对应于频带开关

连接至 VCO 输出，第二种设置对应于频带开关连接至二倍频器输出。

6. 根据权利要求 5 的电路，其特征在于 VCO 输出频率范围是 855-915MHz。

7. 根据权利要求 1 的电路，其特征在于 N 和 M 分频值，而不是鉴相器增益被调整。

8. 一种由锁相环(PLL)电路产生两个或更多输出频率范围的方法，该锁相环电路具有鉴相器，环路滤波器，和单个压控振荡器(VCO)，该方法包括以下步骤：

将 VCO 的输出乘以一个预定的值，以产生倍增的输出；

选择所需的输出频率；

根据选定的所需输出频率，将 VCO 的输出或经过倍增的输出可选择地反馈回鉴相器，当选择 VCO 的输出时，VCO 的输出被反馈，当选择倍增的输出时，倍增的输出被反馈；

将鉴相器或环路滤波器的增益控制设置为预定的值，其增益控制根据选定的输出频率进行设置。

9. 根据权利要求 8 的方法，其中设置步骤包括设置鉴相器和环路滤波器的增益控制。

10. 根据权利要求 8 的方法，其中根据选定的输出频率调整 N 和 M 的值，而不是设置增益控制。

11. 根据权利要求 9 的方法，其中倍增的步骤进一步包括将 VCO 的输出乘以多个预定值，可选择地反馈的步骤包括根据选定的所需输出频率将 VCO 的输出或多个经倍增的输出之一反馈回鉴相器。

12. 一种产生两个或更多输出频率范围的锁相环(PLL)电路，包

括：

将输入频率信号进行 N 分频的第一分频器，其中 N 值可以调整；

连接到第一分频器输出的鉴相器；

连接到鉴相器输出的环路滤波器；

连接到环路滤波器输出的压控振荡器(VCO)；

一个或多个连接到 VCO 输出的倍频器；

具有两个输入的混频器，其中一个输入连接至 VCO 的输出，另一个输入连接本振信号；

对频率进行 M 分频的第二分频器，其连接至混频器的输出，第二分频器的输出连接至鉴相器的输入；

连接至一个或多个倍频器输出的选择器，用于选择输出频率；

连接至选择器和第一分频器的控制信号线，其调整 N 的值，以使 N/M 的比值等于与选定的输出频率相关的倍频值。

13. 根据权利要求 11 的电路，其特征在于控制信号线连接至第二分频器，鉴相器和环路滤波器；M 的值，鉴相器增益和/或环路滤波器增益都根据选定的输出频率进行调整。

14. 根据权利要求 11 的电路，其特征在于带通滤波器连接在混频器和第二分频器之间。

15. 根据权利要求 12 的电路，其特征在于只有一个倍频器连接至 VCO 的输出，选择器在 VCO 的输出和倍频器的输出之间选择。

16. 根据权利要求 15 的电路，其特征在于倍频器是二倍频器，VCO 输出频率范围是 855-915MHz。

17. 一种由锁相环(PLL)电路产生两个或更多输出频率范围的方法，该锁相环电路具有单个压控振荡器(VCO)，可调整的 N 分频的第一分频器，M 分频的第二分频器，鉴相器，和环路滤波器，此方法包

括以下步骤：

将 VCO 的输出乘以一个预定的值，以产生倍增的输出频率；

选择所需的输出频率，其是 VCO 的输出或是经倍增的输出频率；

当选择倍增的输出时，调整第一分频器的值以使 N/M 的值等于预定值，当选择 VCO 的输出时，调整 N/M 的值等于 1。

18. 根据权利要求 16 的方法，其中的调整步骤进一步包括调整 M 的值，鉴相器增益和/或环路滤波器增益也被调整。

19. 根据权利要求 16 的方法，其中倍增步骤进一步包括将 VCO 的输出乘以多个预定值，选择步骤进一步包括选择 VCO 的输出或多个经倍增的输出频率之一，调整步骤进一步包括根据选定的输出频率调整 N/M 的值等于预定值。

说　明　书

多频带调制技术

本发明涉及多频带调制技术，具体而言，涉及一种只采用一个压控振荡器(VCO)，但是产生两个或更多输出频率范围的电路。

图 1 所示的是一个标准锁相环(PLL)框图。基本锁相环的输入频率 $f_{in}2$ 被分频器 4 分频，在分频器 4 中，输入频率 $f_{in}2$ 被 N 分频。分频器 4 的输出被输入到鉴相器 6。鉴相器 6 输出一个与两个输入频率的相位差成比例的电压。然后鉴相器输出电压被输入到环路滤波器 8。环路滤波器 8 平滑鉴相器的输出电压，并决定基于所选环路滤波器参数的环路性能。环路滤波器 8 的输出调整压控振荡器(VCO)10，并决定 VCO10 的输出频率。VCO10 的输出然后作为输入通过反馈环路 14 反馈回鉴相器 6。鉴相器 6 的输出电压将根据 VCO10 的输出频率和输入频率 $f_{in}2$ 之间的相位差而变化。

反馈环路 14 因而提供一种根据输入频率 $f_{in}2$ 的相位“锁定”输出频率 $f_{out}12$ 相位的方法。如果输入频率 $f_{in}2$ 是高度稳定的参考频率，PLL 电路将产生高度稳定的输出频率 $f_{out}12$。PLL 电路产生的输出频率 $f_{out}12$ 等于$[f_{in}/N]$，其中 VCO 输出频率 $f_{out}12$ 的相位跟随输入频率 $f_{in}2$ 的相位。

如图 2 所示，为了改变输出频率 $f_{out}12$，分频器 16 可以用于反馈环路 14。在这种情况下，VCO10 的输出频率 $f_{out}12$ 等于$[(f_{in}*M)/N]$。如果分频器 16 由可编程计数器实现，则 M 的值可以改变。因而，输出频率 $f_{out}12$ 可以通过改变 M 的值调整到所需的值。

现在参考图 3，所示的是一种 PLL 电路的应用。经过相位调制的中间输入频率(IF)18 输入到 PLL 电路的第一分频器 4。反馈环路 14 包

含两个附加方框。混频器 22 将本振信号 RF_{LO}26 和信号 20RF_{OUT} 混频，混频器 22 的输出输入到带通(BP)滤波器 24。混频器的输出可以被称为“反馈频率”。 反馈频率可以从由谐波混频产生的大量频率中选择出来。一般来说，混频器输出等于[$\pm n*RF_{OUT}\pm m*RF_{LO}$]。如果 n 和 m 等于“1”，混频器的选择输出是 RF_{OUT}-RF_{LO} 或 RF_{LO}-RF_{OUT}(假定为下变频)。带通滤波器 24 除去由混频器 22 产生的任何不需要的混频产物并决定哪一个频率反馈到 M 分频器 16。剩下的框图部分象前面图示所说明的那样操作。PLL 电路将输入频率 IF18 转换(移动)为和它同相的 VCO 频率。所以，通过调整频率 RF_{LO}26 的值，对于一个给定中间频率(IF)18 可以产生所需的输出频率 RF_{OUT}20。

在下列方程式中，f_{fb} 是由混频器输出的反馈频率，f_{VCO} 是 VCO 频率，f_{in} 是输入频率。变量“n”和“m”是由谐波混频引入的整数乘数。这些方程说明了图 3 电路的操作过程。

$$f_{fb} = \pm n \cdot f_{VCO} \pm m \cdot f_{LO} \Rightarrow f_{VCO} = \pm\frac{1}{n} f_{fb} \pm \frac{m}{n} f_{LO}$$

$$f_{fb} / M = f_{in} / N$$

$$f_{fb} = f_{in} \cdot \frac{M}{N}$$

$$f_{OUT} = f_{VCO} = \pm f_{in} \cdot \frac{M}{N} \cdot \frac{1}{n} \pm \frac{m}{n} f_{LO}$$

假定“n”和“m”是 1，方程变为

$$f_{OUT} = f_{VCO} = \pm f_{in} \cdot \frac{M}{N} \cdot \pm f_{LO}$$

对于需要两个不同 RF_{OUT} 频带的应用，比如双频蜂窝电话，一般需要第二个 PLL 电路。例如，在 GSM/DCS1800 双频蜂窝电话中，GSM 频带的发射频带是 890-915MHz，DCS1800 频带的发射频带是 1710-1785MHz。这将需要采用两个独立的 VCO，这将增加整个系统的成本

和复杂性。因而，最好有一个 PLL 电路，这个电路可以只用一个 VCO 产生两种不同的输出频带。

因而本发明的第一个目的是提供一种电路，其只用一个 VCO 产生至少两种不同的输出频率。

本发明的第二个目的是提供一种电路，其用单个混频器可以产生至少两个不同的输出频率范围。

本发明的第三个目的是提供一种电路，其能在 GSM/DCS1800 双频蜂窝电话中高效地工作。

这些及其它目的可以在本发明的第一实施例中实现，其中倍频器(或分频器)连接至标准 PLL 电路中 VCO 的输出。VCO 的输出和倍频器的输出根据需要哪个输出频率来进行可选择地反馈。输出频率可以直接取自 VCO 或倍频器。当输出频率取自倍频器的输出时，倍频器的输出被反馈，为了补偿由倍频器引起的环路增益，控制信号调整鉴相器和/或环路滤波器的增益。对于多频带操作，可能要增加附加的倍频器或分频器。但是鉴相器和/或环路滤波器增益必须进行相应调整以补偿电路的环路增益。

在第二实施例中，通过调整 N 和 M 分频值来取代第一实施例中对鉴相器和/或环路滤波器的增益的调整。

在本发明的第三实施例中，倍频器(或分频器)连接至 VCO 的输出。倍频器将 VCO 的输出乘以乘数“H”。但是倍频器的输出不反馈。附加倍频器可根据需要增加，并通过控制信号选择所需输出。分频值 N 被控制信号调整，使得当输出频率从倍频器输出提取时，N/M 的值等于“H”的值。这种结构使环路输入与输出的调制指数相等。

在第四实施例中，为了使 N/M 的值等于乘数“H”的值并补偿由改变 M 的值引起的环路增益，M 的值，N 的值，鉴相器增益和环路滤波器增益都可以调整。第四实施例在第三实施例不足以覆盖所需频率范围的设计环境下有优势。为了使 N/M 值调整简单并允许多频带操作，N 和 M 分频器可作成可编程形式。

本发明的特性，及其目的和优点，将通过下列对附图的说明，变得显而易见，附图中参考数字说明贯穿全图：

图 1 是基本锁相环(PLL)框图；

图 2 是在反馈环路中采用程序计数器的 PLL 频率合成器框图；

图 3 是 PLL 框图，其中的反馈环路包含混频器；

图 4 是根据本发明的第一实施例的 PLL 框图，其中倍频器和频带开关用来提供两个不同的输出频率范围；

图 5 是根据本发明的第二实施例的 PLL 框图；

图 6 是根据本发明的第三实施例的 PLL 框图，其中倍频器和选择器在反馈环路之外；

图 7 是根据本发明的第四实施例的 PLL 框图。

下面的描述是为了使本领域技术人员实现和使用本发明，并且给出了发明人认为的实现本发明的最好模式。由于本发明的基本原则是提供一种只采用一个压控振荡器(VCO)产生两个不同的输出频率范围的电路，因而对那些精通此技术的人来说，各种变型是显而易见的。

本发明将参考图 4 进行说明。PLL 框图大致按照图 3 所述进行操作。但是本发明对基本电路增加了两个附加部件，二倍频器 28 和频带开关 38。当频带开关 38 直接连接 VCO10 的输出时(即频带开关 38 在“38a”的位置)，电路按参考图 3 描述的方式进行操作。即，

$$f_{OUT} = f_{VCO} = \pm f_{in} \cdot \frac{M}{N} \pm f_{LO}$$

当频带开关 38 在“38b”的位置时，PLL 电路的操作将会完全不同。VCO10 的输出不会反馈回混频器 22，二倍频器 28 的输出将被反馈。二倍频器 28 将 VCO10 提供的输入频率二倍频，输出频率信号 RF_{OUT1}30。虽然当前描述的优选实施例采用二倍频器，本发明可以采用任何倍频器(或分频器)而不背离其原则。例如，二倍频器 28 可以实际将 VCO10 的输出频率二分频，或三倍频。应注意，由于乘 1/2 等于除 2，所以本发明使用“倍频器”一词含有分频器之意。

本电路满足下列方程，H 是倍增值。

$$f_{OUT} = H \cdot f_{VCO}$$

$$f_{OUT} = \pm f_{in} \frac{M}{N} \cdot \frac{1}{n} \pm \frac{m}{n} \cdot f_{LO}$$

为了保持调制指数：

$$\frac{M}{N \cdot n} = 1$$

(独立于 H)

注意调制指数独立于倍增值 H。因而通过根据需要设置输入频率 IF18，VCO10，和混频器输入频率 RF_{LO}26 的值，可以只采用一个 VCO10，由 PLL 电路输出两个不同的频率范围。采用此方案的另一个优点是不需要调整 N/M 的比值，使得分频器 4，16 不需要是可编程的。

但是如果采用二倍频器 28，假定 M 分频器 16 的值保持不变，PLL 电路的环路增益将加倍。如果改变 M 的值以补偿环路增益，则输入与输出频率间的相位关系将改变。因而，当频带开关 38 连接至二倍频器 28 的输出时，需要补偿电路的环路增益。这个问题可以这样解决，采用带有可选择增益的环路滤波器 8，采用带有可选择增益的鉴相器

6，或采用带有可选择增益的鉴相器 6 和环路滤波器 8。控制信号线 40 输入到频带开关 38，鉴相器 6 和/或环路滤波器 8。当控制信号线 40 上的控制信号将频带开关 38 置于位置“38a”时，鉴相器 6 和/或环路滤波器 8 的增益被设为所需值以直接从 VCO10 取得输出。当控制信号线 40 上的控制信号将频带开关 38 置于位置“38b”时，鉴相器 6 和/或环路滤波器 8 的增益被设为所需值以从二倍频器 28 取得输出。所以，只采用一个 VCO，可以利用一条控制信号线调整 PLL 电路来产生两个不同的输出频率范围。

以 GSM/DCS1800 双频蜂窝电话为例，VCO 的输出频率范围可以设计为 855-915MHz。直接从 VCO 取得输出频率可以为 GSM 发射频带(890-915MHz)提供所需的频率范围。把频带开关 38 置于位置“38b”将加倍输出频率，并为 DCS1800 发射频带提供所需的频率范围 1710-1785MHz。

图 5 所示为本发明的第二实施例。在第一实施例中，M 值假定不变。但是，为了补偿环路增益，M 值应可以调整。但是，如果调整 M 值，为了输出所需频率，N 值也应被调整。在图 5 中，控制信号线 41 上的控制信号根据需要调整 M 和 N 值。而且，鉴相器和/或环路滤波器的增益如果需要也可以被调整(没有表示出来)。

再参考图 3，给出了一种众所周知的产生恒定包络调制信号的现有技术方法。锁相环(PLL)电路将经调制的 IF 输入信号作为鉴相器 6 的参考输入。如图 6 所示，通过修改这种结构，可以产生等于 $H*f_c$ 的调制信号，其中 f_c 是 VCO 的输出频率。但是，为了使此种方法正常工作，N/M 的比值必须等于施加给 VCO 输出频率的调制因数“H”。这种设计要求使环路输入与输出处的调制指数(和调制带宽)保持相等。考虑下列方程：

$$f_{fb} = \pm n \cdot f_{VCO} \pm m \cdot f_{LO} \Rightarrow f_{VCO} = \pm \frac{1}{n} f_{fb} \pm \frac{m}{n} f_{LO}$$

$$f_{fb} / M = f_{in} / N$$

$$f_{fb} = f_{in} \cdot \frac{M}{N}$$

$$f_{VCO} = \pm f_{in} \cdot \frac{M}{N} \cdot \frac{1}{n} \pm \frac{m}{n} f_{LO}$$

$$f_{OUT} = H \cdot f_{VCO} = \pm \frac{M}{N} \cdot \frac{H}{n} f_{in} \pm \frac{mH}{n} f_{LO}$$

为了保持调制指数：

$$\frac{M \cdot H}{N \cdot n} = 1$$

假定“n”等于 1，为了保持调制指数，分频器比值 N/M 必须等于 H。

图 6 所示为本发明的第三实施例。VCO10 的输出被反馈回混频器 22，环路按图 3 所示进行操作。VCO10 的输出也被输入到两个倍频器框图 46，48。倍频器框图 46，48 将 VCO10 的输出分别乘以“H_1”和“H_2”。例如，如果 VCO10 是可调整的以覆盖频率范围 855-915MHz，H_1 可设为“1”，H_2 设为“2”。如果输出取自 H_1 框图 46，可以覆盖 GSM 频带(890-915MHz)。如果输出取自 H_2 框图 48，可以覆盖 DCS1800 频带(1710-1785MHz)。为了输出所需频率，控制信号线 54 控制输出选择器 50。

为了使 N/M 的值等于 H，控制信号线 54 根据选择哪一个输出频率来调整 N 的值。注意为了不改变电路的环路增益，需要 M 的值保持不变。因此，最好只调整 N 的值。但是，并不是总能只通过调整 N 的值就能覆盖所需的频率范围。

图 7 所示为本发明的第四实施例。除了 M 的值和 N 的值都能调整外，本实施例与第四实施例类似。这能在设计覆盖所需输出频率范围的电路时获得很大灵活性。但是，如果 M 的值可以调节，环路增益将改变。因此，为了补偿环路增益，鉴相器 6 和/或环路滤波器 8 的增益也被调整。

这种结构优于现有技术体现在为了覆盖两个(或更多)频带，只需要一个 VCO。同时，环路中的混频器总是具有相同的输入频率范围，使得混频器能够对特定的应用进行优化。通过控制分频比 N/M 的值，使 N/M=H，当两个频带的调制相似时(就象 GSM/DCS1800 频带那样)，输入 IF 的调制可以保持不变。为了使 N/M 的值易于调整并允许多频带操作，N 和 M 分频器可作成可编程的。

那些熟悉本领域技术的人应理解在不背离本发明的范围和精神的原则下可对上述优选实施例进行调整和修改。因此，可以理解在下列权利要求的范围内，本发明可以不采用这里的描述方法来实现。

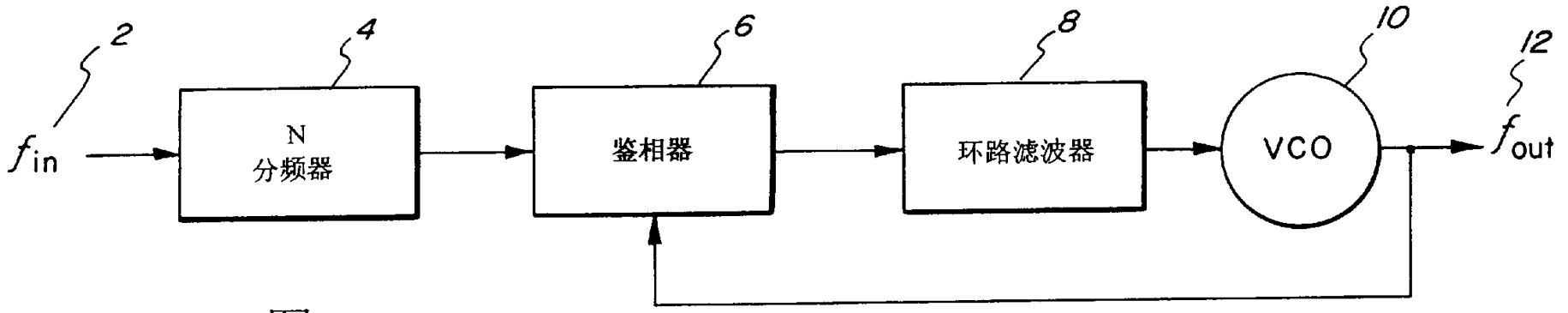


图 1
现有技术

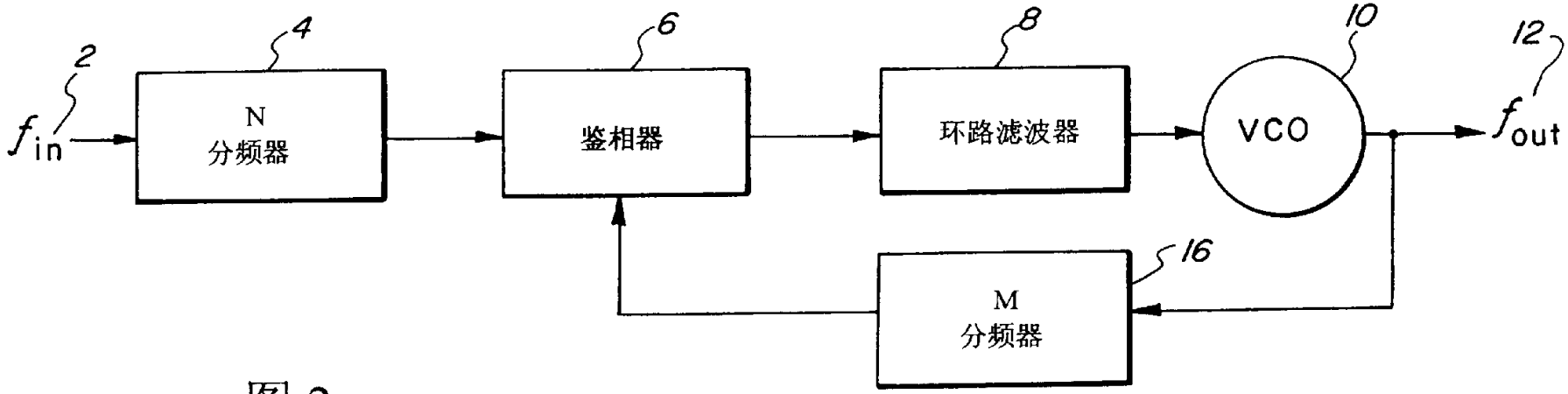


图 2
现有技术

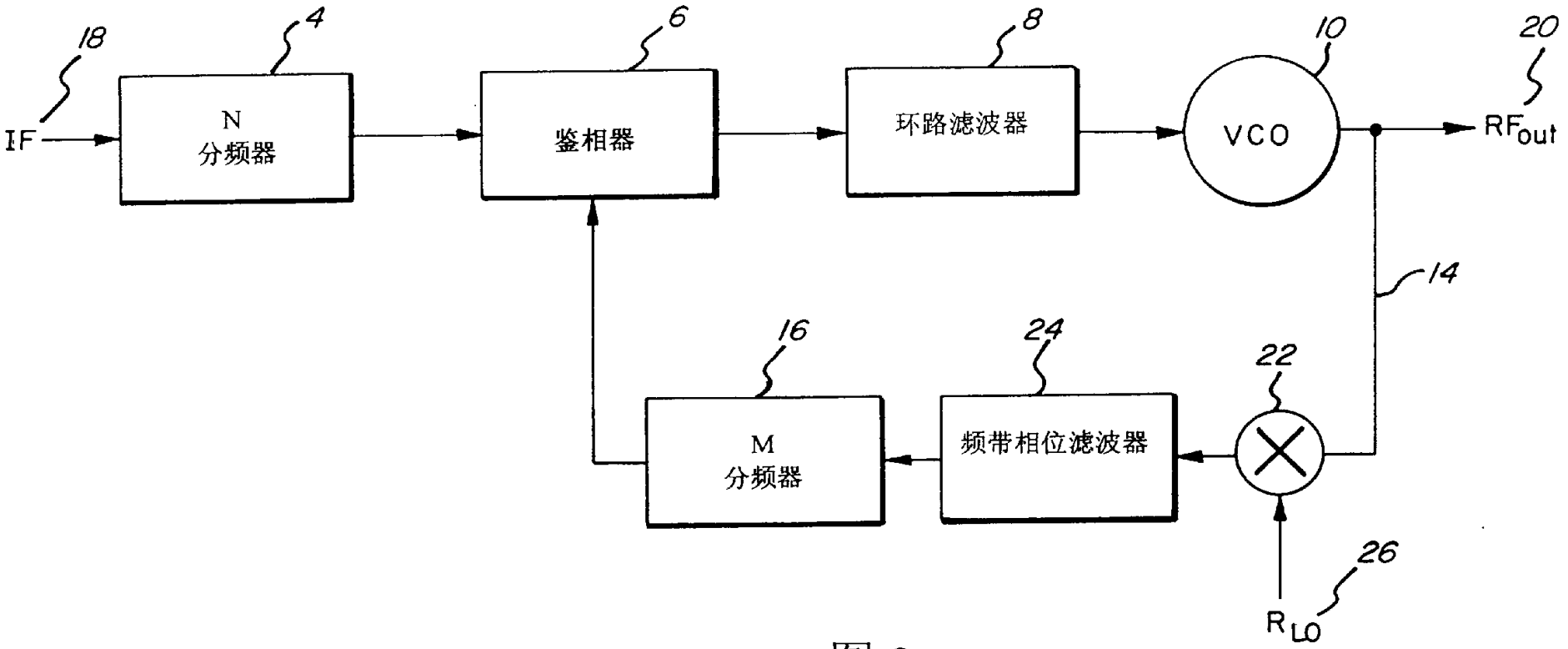

18
IF
4
N
分频器
6
鉴相器
8
环路滤波器
10
VCO
20
RFout
14
16
M
分频器
24
频带相位滤波器
22
26
RLO

图 3
现有技术

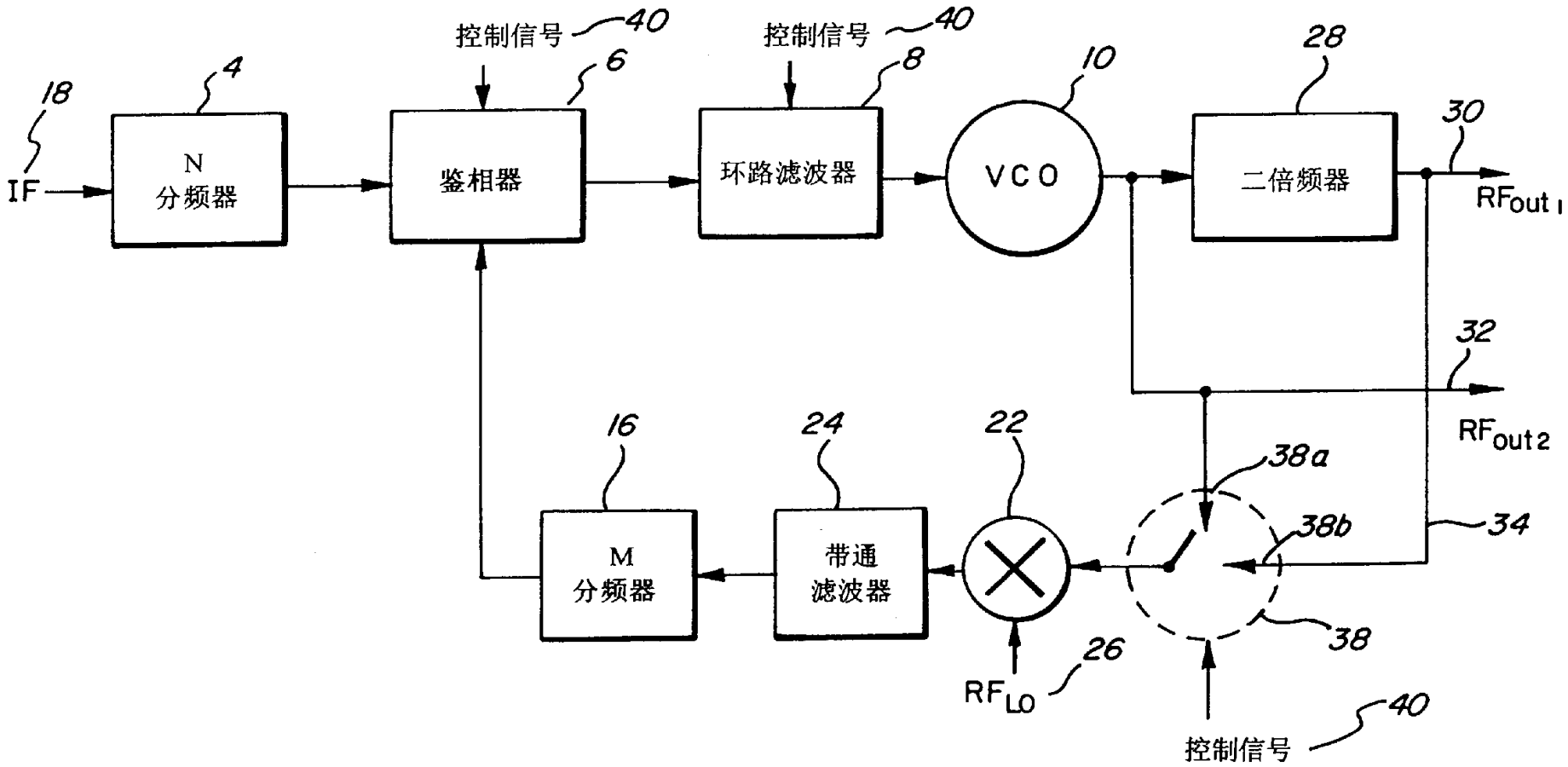

IF
18
N
分频器
4
控制信号
40
鉴相器
6
控制信号
40
环路滤波器
8
VCO
10
二倍频器
28
30
RFout 1
32
RFout 2
M
分频器
16
带通
滤波器
24
22
38a
38b
34
38
RFLO
26
控制信号
40

图 4

98.03.19

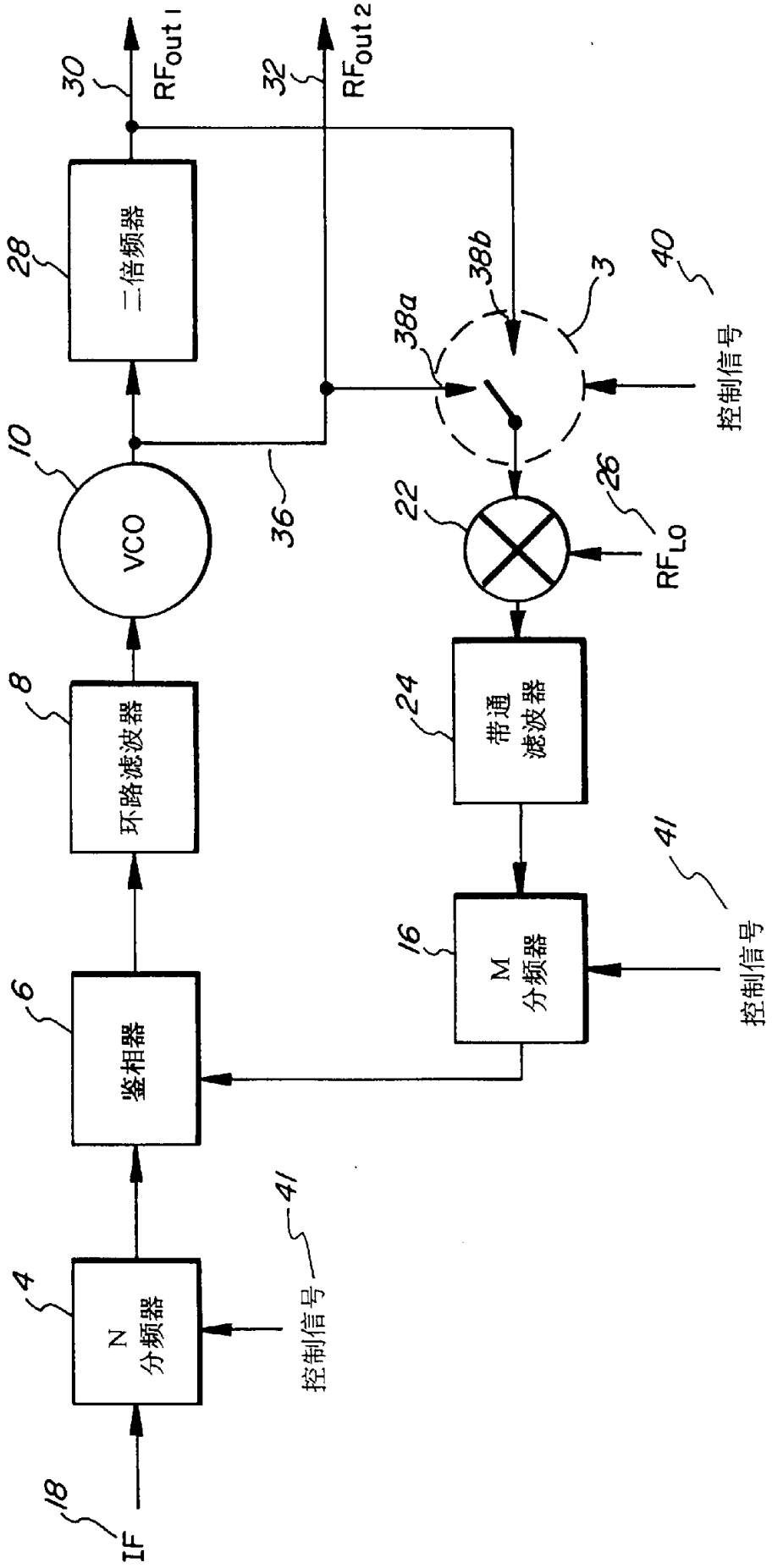

IF
18
N
分频器
4
控制信号
41
鉴相器
6
环路滤波器
8
VCO
10
二倍频器
28
30
RFout1
32
RFout2
36
38a
38b
3
40
控制信号
22
26
RFLO
带通
滤波器
24
M
分频器
16
41
控制信号

图 5

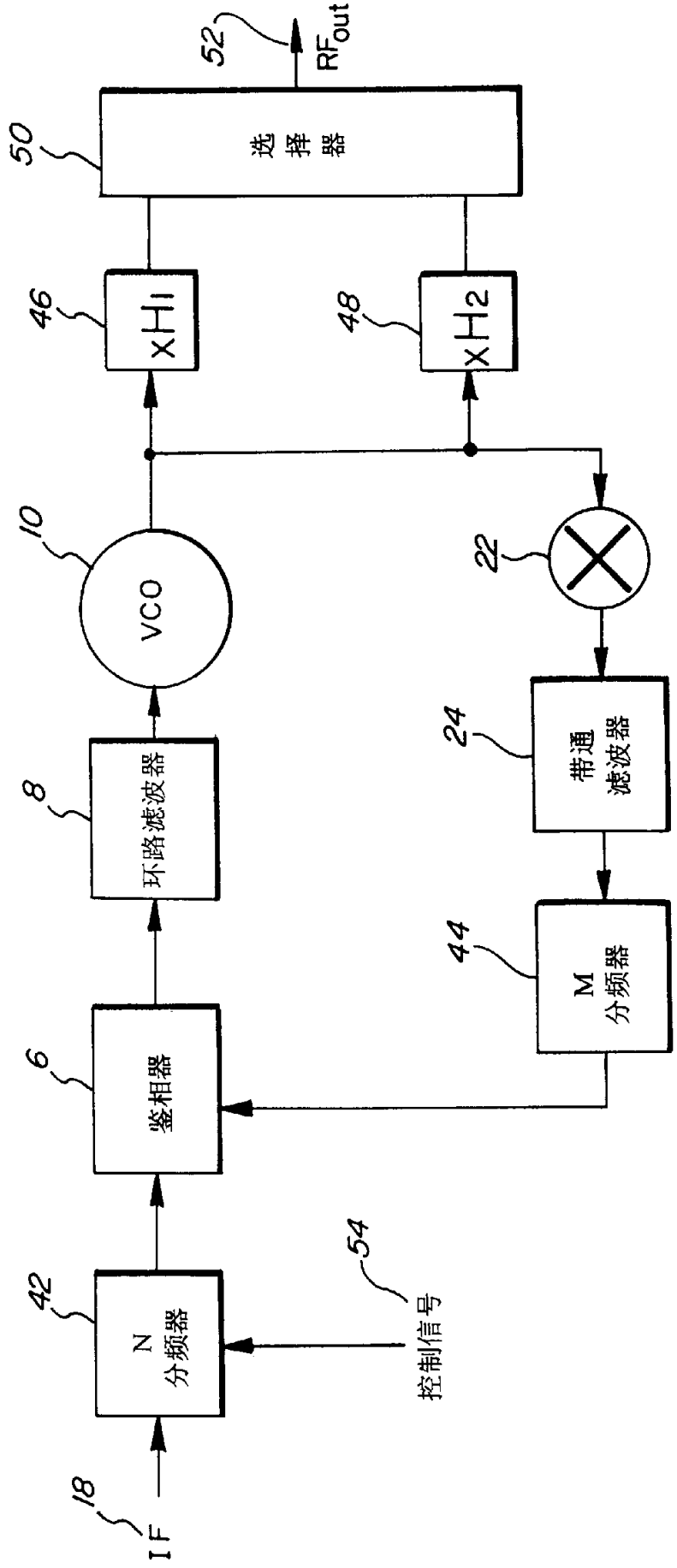

IF
18
N
分频器
42
控制信号
54
鉴相器
6
环路滤波器
8
VCO
10
xH1
46
xH2
48
选择器
50
RFout
52
22
带通
滤波器
24
M
分频器
44

图 6

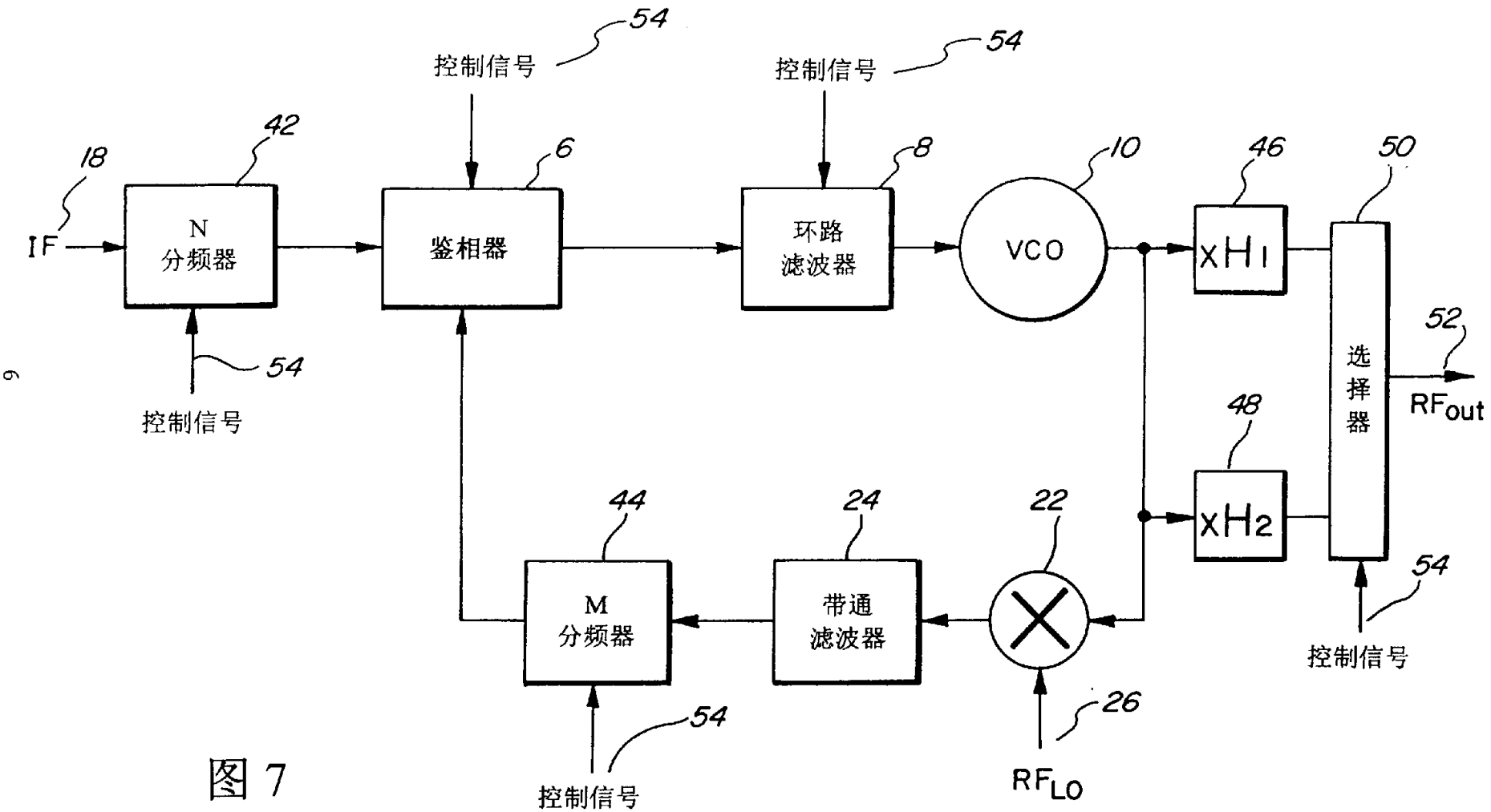

54
控制信号
54
控制信号
18
42
6
8
10
46
50
IF
N
分频器
鉴相器
环路
滤波器
VCO
xH1
选
择
器
52
RFout
54
控制信号
48
xH2
44
24
22
M
分频器
带通
滤波器
54
控制信号
26
RFLO
54
控制信号

图 7