

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04L 27/02

H04L 27/04

H03D 1/24

H03C 1/60



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03804330.0

[43] 公开日 2005 年 7 月 6 日

[11] 公开号 CN 1636368A

[22] 申请日 2003.2.14 [21] 申请号 03804330.0

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 20 [33] US [31] 60/358,320

[32] 2002. 5. 8 [33] US [31] 10/140,677

[86] 国际申请 PCT/US2003/004518 2003.2.14

[87] 国际公布 WO2003/071756 英 2003.8.28

[85] 进入国家阶段日期 2004.8.20

[71] 申请人 汤姆森许可公司

地址 法国布洛涅

[72] 发明人 迈克尔·戴维·佐尔托斯基

钱德拉·莫汉 张志明

G·J·托梅扎克

J·V·克罗梅尔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

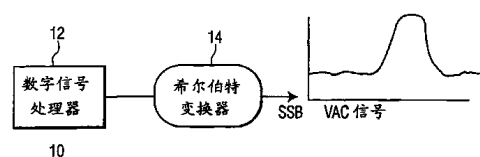
代理人 程天正 王 勇

权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 6 页

[54] 发明名称 基于 DSP 的可变孔径编码产生技术

[57] 摘要

通过一数字信号处理器(12)可有利地产生用于 VAC 调制的可变孔径编码(VAC)信号,所述数字信号处理器在正频率区域产生一具有单一窄带的 VAC 信号。一离散时间希尔伯特变换器(12)仅分离正的频谱峰值,由此产生一 VAC 信号,该信号对过零点提供良好的控制。



ISSN 1008-4274

1. 用于产生单边带 (SSB) 可变孔径编码 (VAC) 信号的装置, 包括:

- 5 一个数字信号处理器 (12), 用于产生离散时间 VAC 信号, 该 VAC 信号在正频率范围内具有正弦波形和频谱波峰; 和
用于隔离由所述数字信号处理器产生的 VAC 信号中的正的频谱波峰和一部分周围频谱的装置 (14)。

2. 如权利要求 1 所述的装置, 其中所述隔离装置包括一个离散时间希尔伯特变换器。

- 10 3. 如权利要求 1 所述的装置, 其中所述数字信号处理器根据下列关系产生离散时间 VAC 信号:

$$X_{vac} = \sum_{k=0}^N (-1)^k \rho_{I_k}(t - T_k)$$

其中下标 I_k 当作一个索引值, 其可设定为三个整数值 $k \in \{-1, 0, 1\}$ 中的任何一个, 使得

- 15 · 如果 $I_k = -1$, 那么 $\rho_{-1}(t)$ 具有额定持续时间 $(M - \Delta) T_c$, 其中 M 为整数

T_c 为时钟周期

Δ 为 1 或 2;

· 如果 $I_k = 0$, 那么 $\rho_0(t)$ 具有额定持续时间 $M T_c$, 或者

- 20 · 如果 $I_k = 1$, 那么 $\rho_{+1}(t)$ 具有额定持续时间 $(M + \Delta) T_c$ 。

4. 如权利要求 3 所述的装置, 其中所述时移 T_k 为根据下述关系产生的随机变量:

$$T_k = T_{k+1} + (M + I_k \Delta) T_c$$

且 $T_0 = 0$ 和 $\Delta = 1$ 。

- 25 5. 如权利要求 3 所述的装置, 其中正弦波形 ρ_{-1} 、 $\rho_0(t)$ 、 $\rho_{+1}(t)$ 是根据下列关系获得的:

$$\rho_{I_k} = \sum_{m=0}^{M+I_k\Delta-1} a_{I_k}^m \rho_{basis}(t - T_c - m T_c)$$

6. 如权利要求 5 所述的装置, 其中基函数 $\rho_{basis}(t)$ 为通过下述关系给出的正弦函数:

$$\rho_{basis}(t) = \frac{\sin(\pi \frac{t}{T_c})}{\pi \frac{t}{T_c}}$$

7. 如权利要求 5 所述的装置, 其中基函数 $\rho_{basis}(t)$ 包括升余弦函数, 其满足关系:

$$\rho_{basis}(n\pi) = \delta[n].$$

5 8. 如权利要求 5 所述的装置, 其中系数 $a_{lk}^{(m)}$ 由下列关系给出:

$$a_{lk}^{(m)} = \sin(\frac{\pi n}{M + I_k \Delta})$$

$$n=1, 2, \dots, M + I_k \Delta - 1.$$

9. 一种用于产生单边带 (SSB) 可变孔径编码 (VAC) 信号的方法, 包括步骤:

10 以数字方式产生离散时间 VAC 信号, 该 VAC 信号在正频率范围内具有正弦波形和频谱波峰; 和

隔离以数字方式产生的 VAC 信号中的正频谱波峰和一部分周围频谱。

15 10. 如权利要求 9 所述的装置, 其中根据下列关系合成所述数字产生的 VAC 信号:

$$X_{vac} = \sum_{k=0}^N (-1)^k \rho_{lk}(t - T_k)$$

其中下标 I_k 当作一个索引值用, 其可设定为三个整数值 $k \in \{-1, 0, 1\}$ 中的任何一个, 使得

20 · 如果 $I_k = -1$, 那么 $\rho_{-1}(t)$ 具有额定持续时间 $(M - \Delta) T_c$, 其中 M 为整数

T_c 为时钟周期

Δ 为 1 或 2;

· 如果 $I_k = 0$, 那么 $\rho_0(t)$ 具有额定持续时间 $M T_c$, 或者

· 如果 $I_k = 1$, 那么 $\rho_{+1}(t)$ 具有额定持续时间 $(M + \Delta) T_c$.

25 11. 如权利要求 10 所述的方法, 其中所述时移 T_k 为根据下述关系产生的随机变量:

$$T_k = T_{k+1} + (M + I_k \Delta) T_c$$

且 $T_0=0$ 和 $\Delta=1$ 。

12. 如权利要求 10 所述的方法, 其中正弦波形 ρ_{-1} 、 $\rho_0(t)$ 、 $\rho_{+1}(t)$ 是根据下列关系获得的:

$$\rho_{lk} = \sum_{m=0}^{M+lk\Delta-1} a_{lk}^m \rho_{basis}(t - T_c - mT_c).$$

5 13. 如权利要求 12 所述的方法, 其中基函数 $\rho_{basis}(t)$ 为通过下述关系给出的正弦函数:

$$\rho_{basis}(t) = \frac{\sin(\pi \frac{t}{T_c})}{\pi \frac{t}{T_c}}.$$

14. 如权利要求 12 所述的方法, 其中基函数 $\rho_{basis}(t)$ 包括升余弦函数, 其满足关系:

10
$$\rho_{basis}(n\pi) = \delta[n].$$

15. 如权利要求 12 所述的装置, 其中系数 $a_{lk}^{(m)}$ 由下列关系给出:

$$a_{lk}^{(m)} = \sin(\frac{\pi m}{M + I_k \Delta})$$

$$n=1, 2, \dots, M+I_k \Delta-1.$$

16. 如权利要求 9 所述的方法, 其中通过首先产生一个数字产生的方波信号, 然后应用对该方波信号进行整形的窗函数来产生所述 VAC 信号。

17. 根据权利要求 16 所述的方法, 进一步包括通过有限脉冲响应滤波器对整形后的方波进行滤波的步骤。

18. 如权利要求 9 所述的方法, 其中正弦函数的数字产生过程是在基带上进行的。

19. 如权利要求 9 所述的方法, 其中在基带上以数字方式产生一个中间正弦信号并在中频上将该中间信号转换成单边带信号。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其中所述单边带信号被上变频为较高的 RF 频率。

基于 DSP 的可变孔径编码产生技术

技术领域

- 5 本发明涉及用于为可变孔径编码 (VAC) 的信号调制产生可变孔径编码 (信号) 的技术。

背景技术

- 某些射频 (RF) 信号调制技术, 例如正交调幅 (QAM) 和正交相移键控 (QPSK), 在增大调制电平的情况下, 会受到信号功率损失的不
10 良影响。由于较低的信噪比, 这种技术还产生误差。补偿这种误差需要以一个近似等于功率增量的平方的量对带宽进行压缩。诸如移频键控 (FSK)、高斯最小频移键控 (GMSK) 和 QAM 之类的调制技术传送不归零 (NRZ) 线路编码, 通过将带宽集中在载波附近来实现节省带宽。
15 双相编码用于保持信息边带远离所述载波。可以通过在单一边带上进行传输来进一步实现节省带宽。

- 申请日为 2000 年 9 月 8 日、发明人为 Chandra Mohan 等人、申请人为 Thomson Consumer Electronics, Inc. 的美国专利申请第 09/623776 号 (以引用的方式并入本文) 介绍了一种扩频传输中使用的
20 的可变孔径编码 (VAC) 系统, 该系统制定了输入 NRZ 位流的多相位编码以提供经提高的带宽压缩。在 Mohan 等人的 776 申请中所披露的 VAC 编码方案利用模拟电路来产生 VAC 信号, 该 VAC 信号随后经过由中频 (IF) 级进行的带通滤波。这种带通滤波易于抹掉原始 VAC 信号的边缘, 从而导致过零点的失控。

- 25 因此, 需要这样一种产生 VAC 信号的技术, 该技术不需要进行带通滤波来转换成载波频率, 从而能够对过零点提供较好的控制。

发明内容

- 概括来讲, 根据本发明的优选实施例, 提供一种用于产生可变孔径
30 编码 (VAC) 信号的方法, 其克服了前述的缺点。根据本发明的原理, 一个数字信号处理器 (DSP) 产生具有正弦波形的离散时间 VAC 波形。该数字产生的 VAC 波形在正频率区域将具有单一的频谱波峰, 然后典

型的通过离散时间希尔伯特变换器将该频谱波峰连同该频谱的周围部分一起隔离，以产生单边带（SSB）VAC 信号。

以这种方式产生 SSB VAC 信号获得了具有非常窄的带宽的波形并且不需要进行带通滤波。实际上，以这种方式产生的 SSB VAC 信号对
5 过零点提供了良好的控制，从而避免了现有技术中出现的过零点拖尾效应。

附图说明

图 1 表示根据本发明原理用于数字产生 SSB VAC 信号的装置的示意方框图；
10

图 2 表示通过图 1 的装置、作为 SSB VAC 产生基础的典型马尔可夫链的状态图；

图 3 表示由图 1 的装置产生的 5T 波形；

图 4 表示由图 1 的装置产生的 8T 波形；

15 图 5 表示由图 1 的装置产生的 9T 波形；

图 6 表示由图 1 的装置产生的 10T 波形；

图 7 表示由图 1 的装置产生的 8-9-10 波形；

图 8 表示图 7 的 8-9-10 波形的一部分，其中频谱峰值被放大；

图 9 表示由通过图 1 的装置产生的数字 VAC 信号的不同取样频谱
20 的总体均值构成的 8-9-10 波形的一部分；

图 10 表示 8-9-10 波形的一部分，其中示出了通过正弦脉冲内插产生的信号的一放大段的频谱；以及

图 11 表示 8-9-10 波形的一部分，其中示出了通过三符号截取脉冲内插产生的信号的一放大段的频谱。
25

具体实施方式

图 1 表示根据本发明原理用于以数字方式产生单边带（SSB）VAC 的装置 10。装置 10 包括数字信号处理器（DSP）10，其典型的通过正弦函数以数字的方式合成内插的正弦波形以产生离散时间 VAC 信号，
30 该信号呈现单一窄频谱峰值。低阶离散时间希尔伯特变换器 12 隔离 VAC 频谱的正频率部分以产生 SSB VAC 信号。

由图 1 中的 SP 12 装置产生的 SSB VAC 信号采取三态信号的形式，

其数学表达为:

$$X_{vac} = \sum_{k=0}^N (-1)^k \rho_{lk}(t - T_k) \quad (1)$$

下标 I_k 为一个索引值, 根据图 2 的马尔可夫链可将其设定为三个整数值 $k \in \{-1, 0, 1\}$ 中的任何一个。因此,

- 5 · 如果 $I_k = -1$, 那么 $\rho_{-1}(t)$ 具有额定持续时间 $(M - \Delta) T_c$, 其中 M 为整数

T_c 为时钟周期

Δ 通常为 1 或 2;

- 如果 $I_k = 0$, 那么 $\rho_0(t)$ 具有额定持续时间 $M T_c$, 或者

- 10 · 如果 $I_k = 1$, 那么 $\rho_{+1}(t)$ 具有额定持续时间 $(M + \Delta) T_c$.

时移 T_k 为根据下述关系产生的随机变量:

$$T_k = T_{k+1} + (M + I_k \Delta) T_c \quad (2)$$

且 $T_0 = 0$ 。在实际应用中, $\Delta = 1$, 不过也可以是其它值。

图 1 的 DSP 10 根据下述关系合成正弦波形 ρ_{-1} 、 $\rho_0(t)$ 、 ρ_{+1}

15 (t) :

$$\rho_{lk} = \sum_{m=0}^{M+I_k\Delta-1} a_{lk}^m \rho_{basis}(t - T_c - m T_c) \quad (3)$$

其中基函数 $\rho_{basis}(t)$ 为通过下述关系给出的正弦函数:

$$\rho_{basis}(t) = \frac{\sin(\pi \frac{t}{T_c})}{\pi \frac{t}{T_c}} \quad (4)$$

- 20 虽然基函数 $\rho_{basis}(t)$ 典型地采取如所述的正弦函数的形式, 但对于基函数来说存在其它的可能性使其满足 $\rho_{basis}(n\pi) = \delta[n]$ 。例如, 基函数 $\rho_{basis}(t)$ 可采取满足关系 $\rho_{basis}(n\pi) = \delta[n]$ 的升余弦函数的形式。满足这样一种关系的升余弦函数具有比正弦函数衰减更快的尾部。

- 25 对等式 (3) 中出现的系数 $a_{lk}^{(m)}$ 的值进行选择, 使得 X_{vac} 尽可能的呈现为正弦, 并且因此具有尽可能小的带宽。在实际应用中, 下列关系已经为系数 $a_{lk}^{(m)}$ 产生了非常好的结果:

$$a_{lk}^{(m)} = \sin\left(2\pi \frac{1}{2(M + I_k \Delta)T_c} t\right) \Big|_{t=nT_c} \quad (6)$$

等式(6)可简化为:

$$a_{lk}^{(m)} = \sin\left(\frac{\pi n}{M + I_k \Delta}\right) \quad (7)$$

$$n=1, 2, \dots, M + I_k \Delta - 1$$

- 5 从图3可以看出,由四个正弦函数得到的四个相应的正弦信号可被线性合成以产生一个“5T”的波形,其中所述每个正弦信号是通过等式(3)和(4)的关系由DSP12计算得到的,所述5T波形在0-5T的区间之外是非零的。图4-6分别表示以类似方式产生的“8T”、“9T”和“10T”波形的例子。可以对各个8T、9T和10T波形进行合成,以产生一个图7所显示的“8-9-10”波形。图8表示图7的8-9-10波形中的一段的频谱的放大图,而图9表示图7的8-9-10波形中的不同取样频谱的总体均值。图10表示使用正弦脉冲内插由图7的8-9-10波形产生的编码信号的频谱的部分放大图,而图11表示使用三符号截取脉冲内插由图7的8-9-10波形产生的编码信号的频谱的部分放大图。
- 10 由使用上述的数学关系的装置10产生SSB VAC波形提供了这样的优点:产生了具有非常窄的带宽的VAC信号,从而不需要进行现有技术中所需的IF滤波。换句话说,由图1的装置产生的SSB VAC能直接转换成载波频率。
- 15

- 与现有技术中产生的VAC信号相比较,由图1的装置10产生的SSB VAC信号对过零点控制得较好。根据本发明原理的SSB VAC信号中的任何两个过零点之间的时间正好是三种可能性中的一个,例如在图7的8-9-10波形的情况下为8T、9T或10T。相反,现有技术的VAC信号需要IF滤波,如所讨论的,其易于将信号的边缘抹去。对于通过计算过零点之间的时间进行的精确解码来说,保持VAC信号中的清楚的边缘是重要的。由于根据本发明原理的SSB VAC信号具有恒定的包络线,所以上述的调制方案对传送SSB VAC信号的功率放大器(未示出)提供了更加有效的操作。另外,通过本发明原理的SSB VAC信号所承载的信息存在于过零点之间的时间间隔中,从而使得VAC调制方案能够有力抵抗衰落。
- 20
- 25

- 30 如上所述,通过采用加权正弦函数的和以形成对应于VAC编码周

期的近似正弦半周波来产生 VAC 波形。然而，产生相应于 VAC 编码周期的近似正弦半周波并不必需要采用正弦函数求和的方法（即，8、9 或 10 正弦脉冲的和及加权总合）。而是，能够使用窗函数来产生 VAC 波形，该窗函数采用类似 VAC 信号的方波并且对其进行整形。以这种方式，能够使用其它类型的窗/平滑函数，其能在通过有限脉冲响应（FIR）滤波器（未示出）进行滤波之后产生近似正弦 VAC 信号。此处强调的是窗函数和在类似 VAC 信号的近似方波上进行 FIR 滤波。

尽管 DSP 10 在基带上进行处理，但 DSP 也能够在中频上进行处理，而不是在基带上。在这种情况下，基带信号采取正弦或滤波/开窗方波信号的和的形式，但单边带转换在中频上进行，所述中频通过已知的方法上变频为较高的 RF 频率。

前面介绍了数字产生 SSB VAC 信号的技术，其对过零点提供了良好的控制。

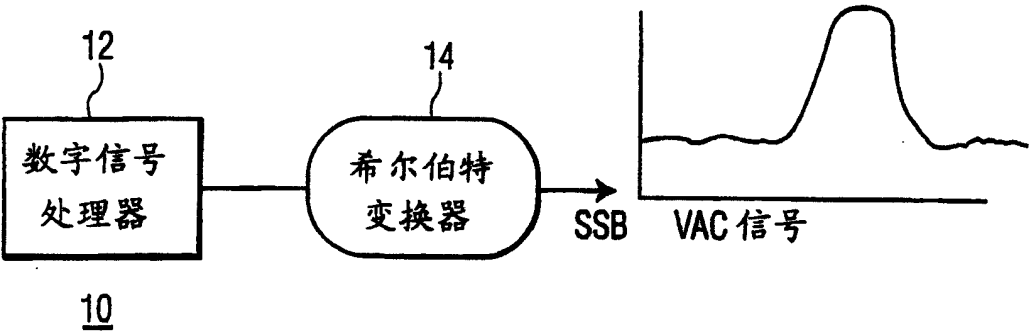


图 1

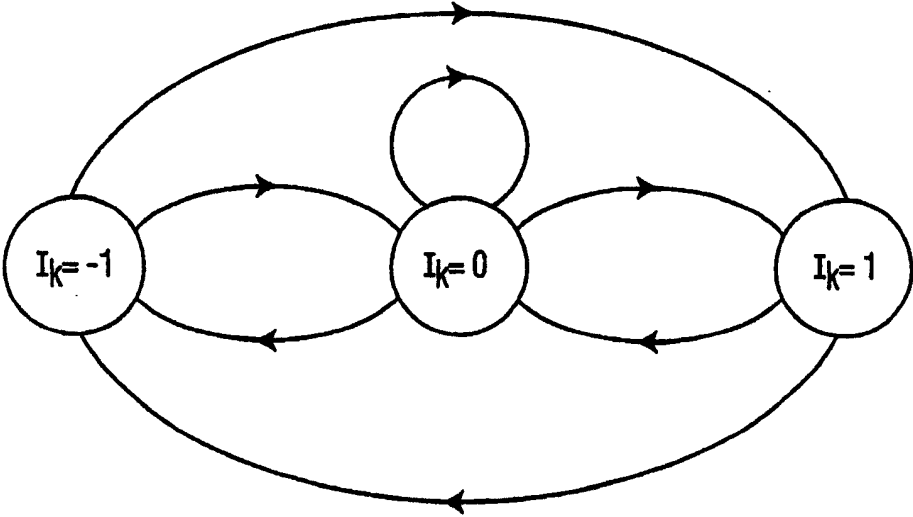


图 2

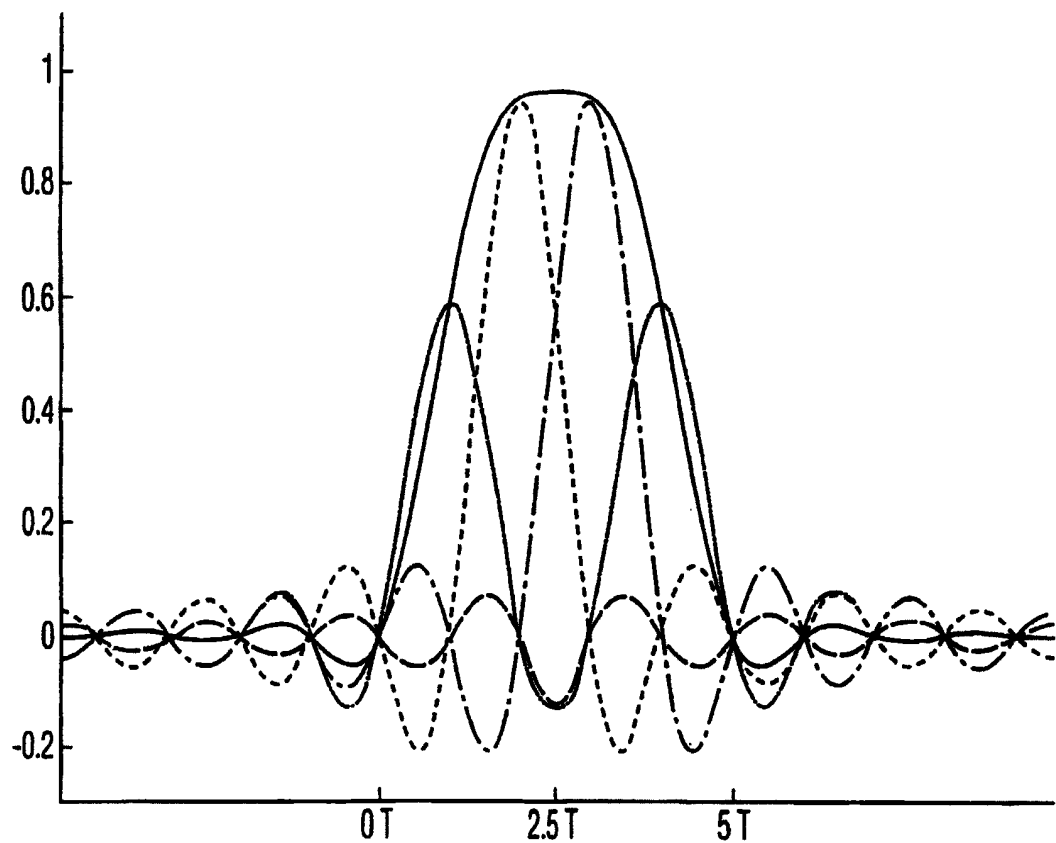


图 3

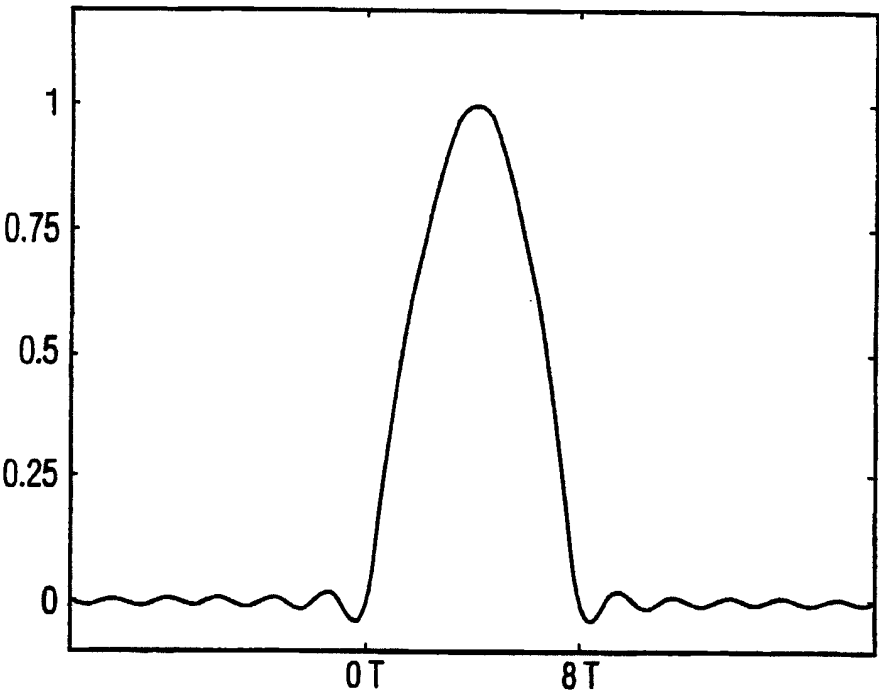


图 4

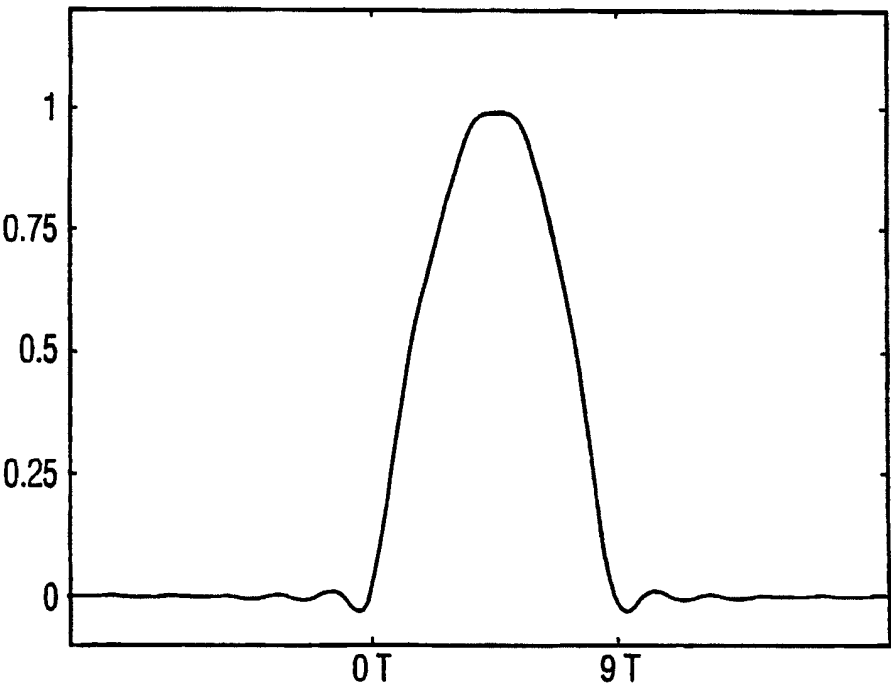


图 5

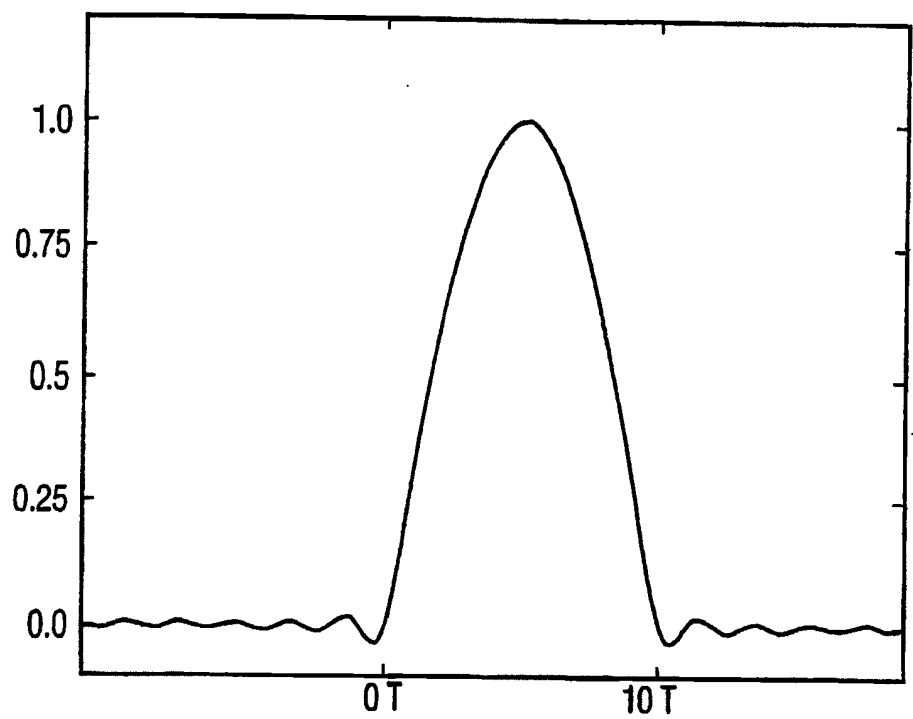


图 6

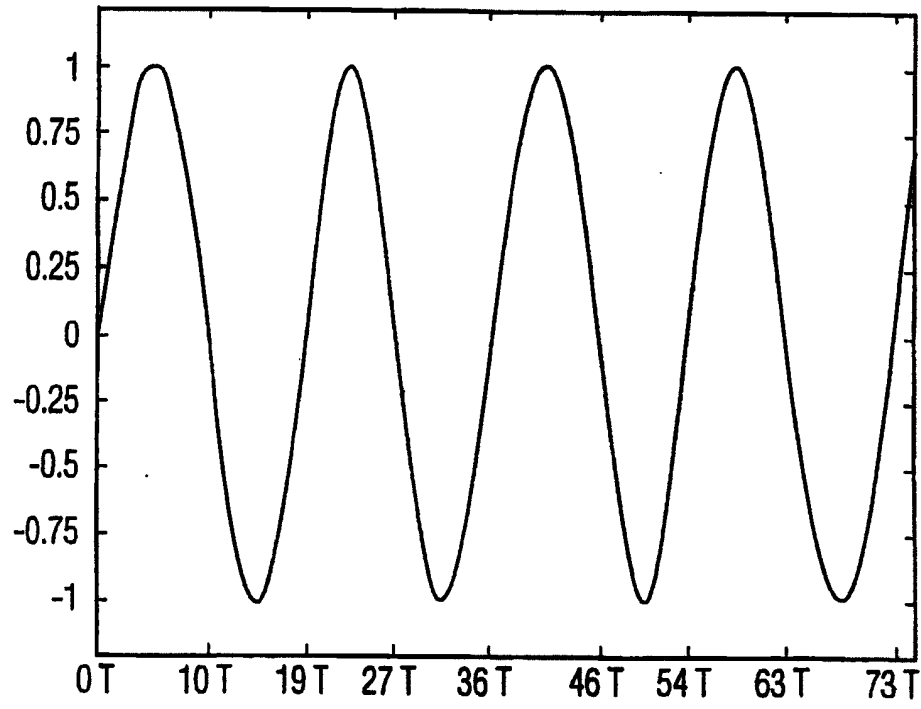


图 7

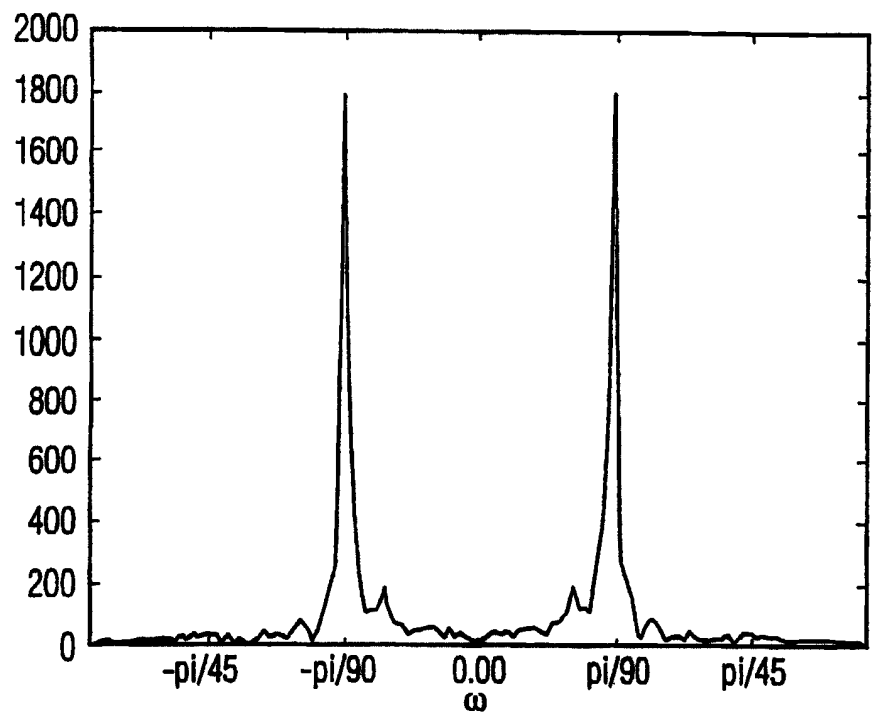


图 8

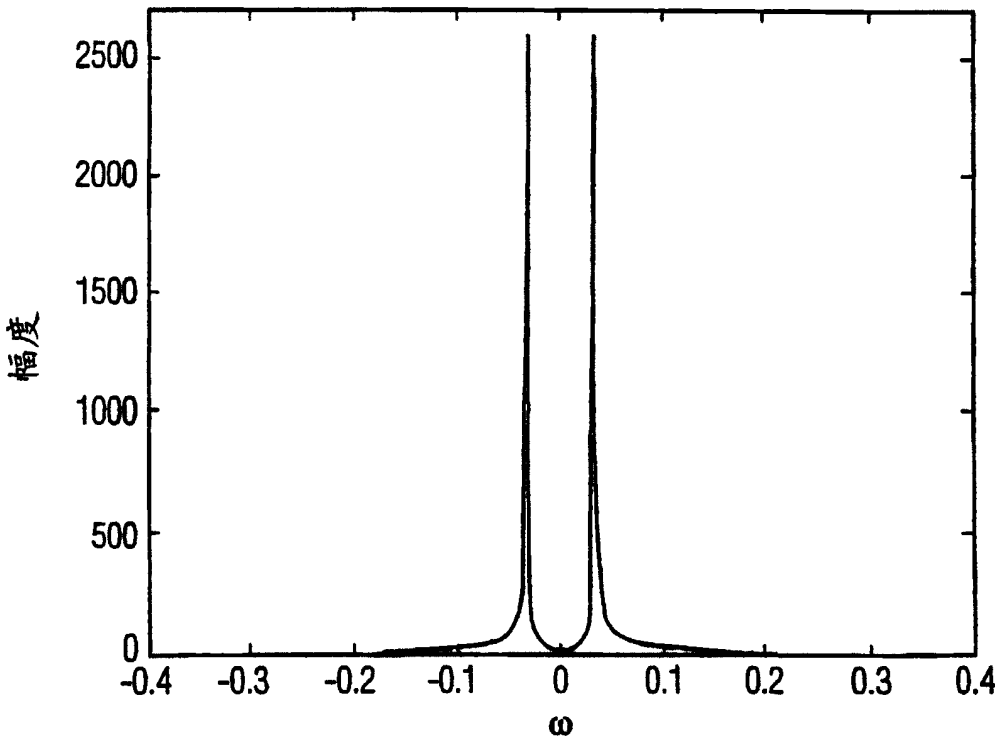


图 9

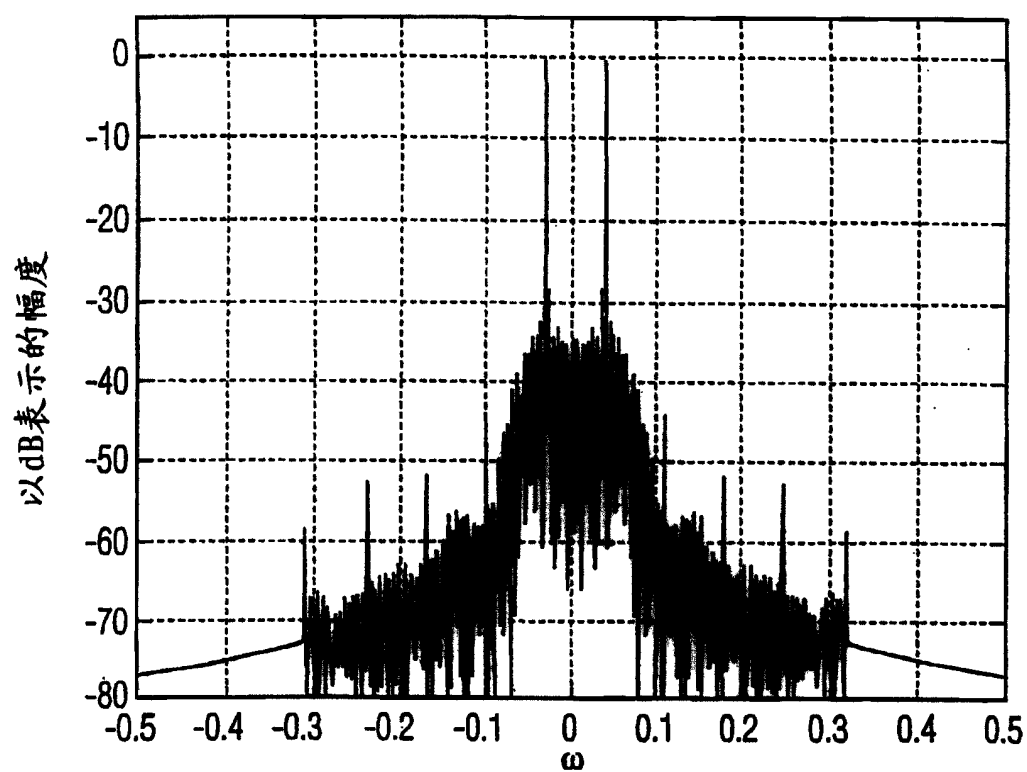


图 10

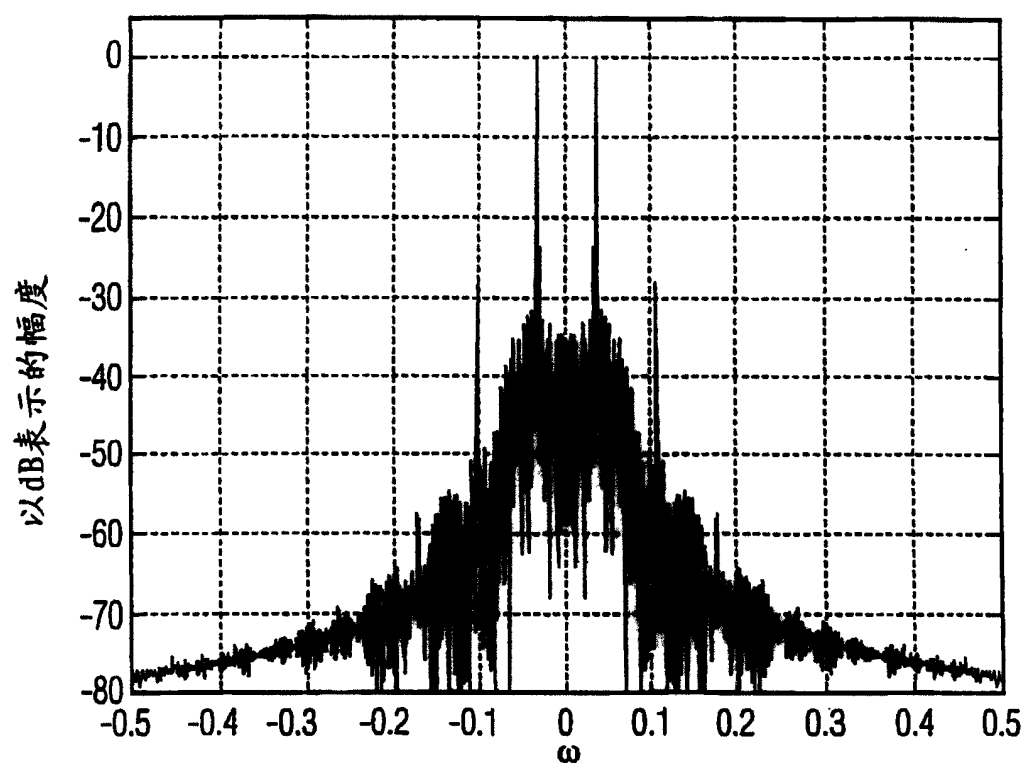


图 11