



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101911480 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 11

(21) 申请号 200880124944. 2

CN 1510909 A, 2004. 07. 07, 全文.

(22) 申请日 2008. 01. 16

CN 1762115 A, 2006. 04. 19, 全文.

US 20050100119

(85) PCT申请进入国家阶段日  
2010. 07. 16

A1, 2005. 05. 12, [0030]–[0036] 段, 图 2A、2B.

US 20050100119

(86) PCT申请的申请数据  
PCT/US2008/000552 2008. 01. 16

A1, 2005. 05. 12, [0030]–[0036] 段, 图 2A、2B.

审查员 张会

(87) PCT申请的公布数据  
W02009/091364 EN 2009. 07. 23

(73) 专利权人 汤姆森特许公司  
地址 法国伊西莱穆利诺

(72) 发明人 马克·A·舒尔茨 罗德·A·迪莫  
罗伯特·A·罗德斯

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 吕晓章

(51) Int. Cl.  
H03G 3/30 (2006. 01)

(56) 对比文件  
CN 1423486 A, 2003. 06. 11, 全文.

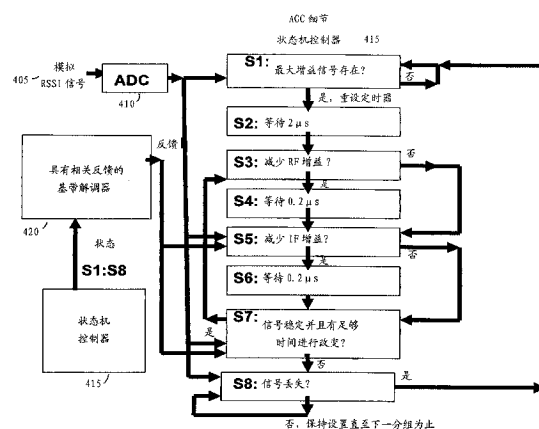
权利要求书2页 说明书4页 附图9页

(54) 发明名称

自动增益控制电路及方法

(57) 摘要

描述了一种自动增益控制电路, 其包括: 状态机控制器, 用于调节中频增益和射频增益; 以及基带解调器, 其中基带解调器从状态机控制器接收关于状态机控制器的状态的信息, 并且进一步地, 其中状态机控制器从基带解调器接收相关信息。还描述了一种方法, 其包括: 检测信号; 向基带解调器提供状态机控制器信息; 减少射频增益; 减少中频增益; 以及从基带解调器接收相关信息。



1. 一种自动增益控制电路,其包括:

控制器,用于调节中频增益和射频增益;

基带解调器,其中所述基带解调器从所述控制器接收关于所述控制器的状态的信息,并且其中所述控制器从所述基带解调器接收相关信息,其中,所述相关信息是基于期望接收值与实际输入值的互相关值;以及

模拟-数字转换器,用于接收接收信号强度指示,其中由接收信号强度指示的大的增加来指示接收信号的开始,其中所述控制器在检测到接收信号的开始之后等待第一预定时间段,其中所述控制器基于来自所述基带解调器的反馈和所述接收信号强度指示确定是否应当减少所述射频增益,其中如果在所述第一预定时间段之后确定应当减少所述射频增益,则减少所述射频增益,所述控制器还在所述射频增益已经被减少之后等待第二预定时间段,其中在所述射频增益已经被减少之后的所述第二预定时间段之后减少所述中频增益。

2. 根据权利要求1所述的自动增益控制电路,其中由接收信号强度指示的大的减少来指示接收信号的结束。

3. 根据权利要求2所述的自动增益控制电路,其中进行以下确定:确定在接收信号中的长训练信号开始之前是否存在足够的时间来对所述射频和所述中频进行附加的增益调节。

4. 根据权利要求3所述的自动增益控制电路,其中如果在接收信号中的长训练信号开始之前存在足够的时间来对所述射频和所述中频进行所述附加的调节,则执行对所述射频和所述中频的增益调节的另一重复。

5. 根据权利要求3所述的自动增益控制电路,其中如果在接收信号中的长训练信号开始之前不存在足够的时间来对所述射频和所述中频进行所述附加的调节,则保持当前增益设置,直至接收信号中的数据分组接收已经结束为止,接收信号中的数据分组接收已经结束是由所述接收信号强度指示的所述大的减少指示的。

6. 一种用于状态机控制器中的自动增益控制方法,所述方法包括:

通过接收接收信号强度指示并且检测所述接收信号强度指示中的大的增加来检测信号,其中,由所述接收信号强度指示中所述大的增加来指示所述接收信号的开始;

向基带解调器提供控制器状态信息以便允许所述基带解调器确定所述状态机控制器的状态;

从所述基带解调器接收相关信息,并且基于根据所述相关信息和所述接收信号强度指示确定是否应当减少射频增益和中频增益,其中,所述相关信息是基于期望接收值与实际输入值的互相关值;

如果确定应当减少所述射频增益,则减少所述射频增益并且在所述射频增益已经被减少之后等待第一预定时间段;以及

如果确定应当减少所述中频增益,则减少所述中频增益。

7. 根据权利要求6所述的方法,其进一步包括在检测到所述接收信号之后等待第二预定时间段。

8. 根据权利要求6所述的方法,其进一步包括在已经减少了所述中频增益之后等待第三预定时间段。

9. 根据权利要求6所述的方法,其进一步包括:确定在接收信号中的长训练信号开始之前是否存在足够的时间来进行附加的射频和中频增益调节。

10. 根据权利要求9所述的方法,如果所述确定指示在接收信号中的长训练信号开始之前存在足够的时间来进行附加的射频和中频调节,则重复执行所述提供控制器状态信息、接收相关信息、和减少所述射频增益和所述中频增益。

11. 根据权利要求9所述的方法,如果所述确定指示在接收信号中的长训练信号开始之前不存在足够的时间来进行附加的射频和中频调节,则在接收所述接收信号中的数据分组期间保持所述射频增益设置和所述中频增益设置。

## 自动增益控制电路及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及自动增益控制 (AGC) 电路,并且具体地涉及向解调器提供反馈并且从解调器接收反馈的自动增益控制电路。

### 背景技术

[0002] 大多数 (如果不是全部的话) IEEE 802 无线系统是基于脉冲的发送 / 接收系统。虽然在大多数情况中,下一发送的频率已知,但时间、分组长度和信号强度在发送发生之前全部是未知的。一旦发送发生,接收器必须调谐射频 (RF) 和中频 (IF) 部分以恢复所发送的信号并且在接受有效载荷中的实际数据之前使放大器稳定。该非常短的时间需要全部解调操作尽可能快。如果所恢复的信号的反馈太早或太晚,则由于不正确的反馈定时,AGC 可能变得不稳定。通过从 AGC 状态机控制器发送状态,后端系统解调器将确切地得知:对于增益改变前端在何处、用于系统延迟的时间常数以及后端可以采样信号的时段,并且向 AGC 报告回信号的状况 (太高或太低)。

[0003] 现存的系统具有以下 AGC:所述 AGC 尝试在训练 (training) 信号上收敛并且提供反馈、但不是以健壮的或可预测的方式,这是因为所接收的信号在 AGC 停止进行改变之前是有疑问的。现有技术 AGC 电路从 IF 和 RF 放大器接收输入并且向 IF 和 RF 放大器提供输入。但是,在现有技术 AGC 电路中,不存在到解调器的输入或来自解调器的反馈。

### 发明内容

[0004] 基于 IEEE 802.11 的无线系统是无恒定载波 (carrier) 而发送和接收分组的基于脉冲的系统。这些系统的自动增益控制 (AGC) 电路必须非常快地反应以非常快地锁定在输入信号的频率和幅度上。本发明将 AGC 状态机控制器状态馈送至基带解调器,以帮助优化解调处理期间的滤波和定时。解调器可以基于状态机控制器状态来预测 RF 和 IF 部分的延迟和状况,并且向增益控制器提供反馈。

[0005] 描述了一种自动增益控制电路,其包括:状态机控制器,用于调节中频增益和射频增益;以及基带解调器,其中基带解调器从状态机控制器接收关于状态机控制器的状态的信息,并且进一步地,其中状态机控制器从基带解调器接收相关信息。还描述了一种方法,其包括:检测信号;向基带解调器提供状态机控制器信息;减少射频增益;减少中频增益;以及从基带解调器接收相关信息。

### 附图说明

[0006] 当与附图结合阅读以下详细描述时,从以下详细描述中最佳地理解本发明。所述附图包括下面简要描述的以下附图:

[0007] 图 1 为传统的自动增益控制电路;

[0008] 图 2 为根据本发明的原理的自动增益控制电路;

[0009] 图 3 描绘了基于脉冲的系统中的训练信号和数据分组;

- [0010] 图 4 为用于本发明的自动增益控制电路的状态机控制器的状态图；
- [0011] 图 5 示出了向 AGC 提供用于 RF 信号的主信号强度指示的 RSSI 曲线；
- [0012] 图 6 示出了 RSSI 曲线上的 RF 增益设置的切换点；
- [0013] 图 7 示出了 RSSI 曲线上的 IF 粗糙增益设置；
- [0014] 图 8 示出了所接收的信号的开始处的典型的输入信号的例子，其中点 A 示出 RSSI 值。
- [0015] 图 9 继续典型的输入信号的例子，其具有在 RF 增益从图 8 的高减少到中之后的点 B 处的 RSSI 值。
- [0016] 图 10 继续典型的输入信号的例子，其具有在将 IF 增益从图 9 的点 B 细调之后的点 C 处的 RSSI 值。

### 具体实施方式

[0017] 图 1 为传统自动增益控制电路。在传统 AGC 电路中，AGC 控制 RF 和 IF 增益。在大多数 RF 系统中，存在 AGC 可以在长时间段上定位和追踪的恒定载波。在许多当前的无线系统中，存在基于脉冲的系统，其中反应时间和收敛对于数据恢复是至关重要的。

[0018] 图 2 为根据本发明的原理的自动增益控制电路。本发明的 AGC 电路如在传统 AGC 电路中那样接收来自 RF 放大器的输入。本发明的 AGC 电路还 如在传统 AGC 电路中那样向 IF 放大器提供输入并且再次向 RF 放大器提供反馈。本发明的 AGC 电路包括状态机控制器，并且向基带解调器提供状态机控制器反馈，以及从解调器接收反馈。

[0019] 图 3 描绘了基于脉冲的系统中的训练信号和数据分组。存在没有发送的死空间 (dead space)、包括两个短训练信号和两个长训练信号的前同步 (preamble)、以及随后的数据分组。AGC 必须调节 RF 和 IF 放大器以在短训练信号的近似  $4\mu s$  内将输入信号电平的信噪比优化，从而允许长训练信号期间的相位的细调。

[0020] 图 4 为用于本发明的自动增益控制电路的状态机控制器的状态图。本发明的 AGC 状态机控制器向基带解调器提供反馈。通过允许基带解调器跟随 AGC 状态机控制器的状态，基带解调器可以选择恰当的滤波器、设置开始采样之前的延迟、以及调节向 AGC 发送响应以进行反馈的定时。基带解调器所提供的反馈是基于期望接收值相对实际输入值的互相关 (cross correlation) 值。来自基带解调器的该反馈值从 0 到 1 变化。值 0 表示在输入信号与期望输入信号之间无相关，而值 1 表示完全匹配期望信号的输入信号。该相关值通常被发现处于 0.25 至 0.85 的范围内。因为系统的大多数增益控制在数字域中，所以可以在数个时钟信号的精度内出现闭环性能和反馈定时。这可以最小化通过环路的延迟，同时仍然避免可能导致振荡的、调节安定 (settle) 之前的反应。

[0021] 具体地，由 AGC 电路的模拟 - 数字转换器 (ADC) 410 接收模拟接收信号强度指示 (RSSI) 405。本发明的 AGC 电路具有状态机控制器 415。状态机控制器 415 向基带解调器 420 提供输入，并且当然控制本发明的 AGC 的操作。在状态机控制器的初始状态 S1，将增益设置为最大。状态 S1 处于闭环中，其中其自身等待接收信号。如 S2 中所示，一旦接收到通过 RSSI 值的大的改变而检测到的信号，则重设定定时器并且调用延迟。S2 中的延迟允许系统在采取控制 AGC 的任何动作之前及时安定。对于进行信号强度的有意义的测量来说，该延迟是必要的。如果不包括 S2 的延迟，则可能提供正反馈，并且系统将振荡。假定 S2 间隔期

间存在的信号是前同步和短（第一）训练信号。在此处，AGC 电路前进至状态 S3，其中它接收来自基带解调器 420 的反馈、以及 RSSI 405（经由 ADC410），并且确定是否应当减少 RF 增益。注意基带解调器将从该状态得知何时可以进行有效的测量以避免增益改变期间、以及等待时段期间的采样。RSSI 信号的反馈和来自基带解调器的相关信号反馈的值指示 RF 增益或 IF 增益是否需要减少。通过该环的第一重复（iteration）中，可以仅基于 RSSI 值而进行 RF 增益的粗调（coarse level）。假定定时器显示在长训练信号开始之前调节的另一增量是可能的，则通过该环的额外的重复可以用于细调 IF 增益以帮助优化信噪比。如果应当减少 RF 增益，则状态机控制器减少 RF 增益，然后前进至状态 S4，以等待诸如  $0.2\mu s$  的时间间隔，以允许 RF 和 IF 放大器和基带解调器在尝试采样信号之前安定或稳定。在该诸如  $0.2\mu s$  的时间间隔经过之后，状态机控制器前进至状态 S5 以确定是否应当减少 IF 增益。

[0022] 如果在状态 S3 处进行了不应减少 RF 增益的确定，则状态机控制器跳过状态 S4 并且直接前进至状态 S5。通常期望在可能时减少 IF 增益而不是减少 RF 增益，以帮助优化信噪比。如果应当减少 IF 增益，则状态机控制器减少 IF 增益，然后前进至状态 S6，以等待诸如  $0.2\mu s$  的时间间隔，以允许 RF 和 IF 放大器和基带解调器在再次尝试采样信号之前安定或稳定。在状态 S7，状态机控制器回到状态 S3 或前进至状态 S8。如果在状态 S5 处进行了不应减少 IF 增益的确定，则状态机控制器跳过 S6 并且直接前进至状态 S7。在状态 S7，基带解调器可以进行另一相关测量，并且将值馈送至状态机控制器。该相关值与 RSSI 信号一同可以用于判断 RF 或 IF 的 AGC 增益需要再次调节。如果存在足够时间来进行另一调节，则状态机控制器将回到 S3。如果在长训练信号开始之前不再剩下时间，则保持 AGC 值，并且控制器移动至 S8。在状态 S8，进行信号是否已经改变的确定，所述改变诸如 RSSI 信号的电压的大小的降落，这将暗示发送已经结束。如果信号已经改变，则状态机控制器回到状态 S1，以等待下一发送。如果信号未改变，则状态机控制器回到 S8。在全部时间，状态机都知晓本发明的 AGC 处于哪个状态，并且将该输入提供至基带解调器 420。

[0023] 图 5 示出了信号强度相对 RF 增益设置的典型的 RSSI 曲线，并且 RSSI 反馈信号以伏特为单位。图 6 示出了作为 RSSI 曲线上的电压的函数的、用于帮助指示 AGC 控制器得知何时改变 RF AGC 的 RF 增益切换点。如果 RSSI 值高于曲线上的切换点，则将减少 RF 增益，以试图使 RSSI 信号进入图 6 中的虚线上所示的期望的操作范围内。RSSI 曲线还可以帮助确定怎样设置粗糙 IF AGC。图 7 示出了在 RF AGC 设置被设置为高、中、或低时的粗糙 IF AGC 切换设置的例子。

[0024] 在图 8 至图 10 中给出了控制器怎样工作的例子。图 8 示出了可能是新分组开始处的 RSSI 的工作电压的点 A。点 A 在 RF 高增益设置的值方面太高，从而偏离图 8 上的虚线所示的期望的曲线。状态机控制器在状态 S3 中将减少 RF 增益至中增益设置，然后重测试信号以检查新设置。图 9 中的点 B 示出了 RF 增益改变和 S4 延迟发生之后的新的 RSSI 值。因为点 B 现在在虚线所示的 RF 增益的期望工作范围中，所以 RF 增益被认为稳定。如图 9 中所示，RSSI 值显示 IF 粗糙增益仍然需要从高改变到中，以帮助优化信噪比。注意在进行 IF 增益改变时 RSSI 信号将不发生变化，但 RSSI 值可以用于设置 IF 粗糙增益设置。现在来自基带解调器的相关信号值将是在 IF AGC 中进行进一步改变的主要因素。给定在长训练信号开始之前剩余足够的时间，则控制器可以通过监视从基带解调器馈送回到状态机控制器的互相关信号来进行 IF AGC 中的小的改变，以帮助优化信噪比。

[0025] 应当理解,可以以各种形式的硬件、软件、固件、专用处理器或其组合来实施本发明。优选地,作为硬件和软件的组合来实施本发明。此外,优选地将该软件作为在程序存储设备上被实体地体现的应用程序来实施。该应用程序可以被上载至包括任何合适的架构的机器,并且由所述包括任何合适的架构的机器执行。优选地,在具有诸如一个或更多的中央处理单元(“CPU”)、随机存取存储器(“RAM”)和输入输出(“I/O”)接口的硬件的计算机平台上实施该机器。该计算机平台还可以包括操作系统和微指令码。在这里所描述的各种处理和功能可以是微指令码的部分或经由操作系统执行的应用程序的部分(或其组合)。另外,诸如附加数据存储设备和打印设备的各种其他外围设备可以与该计算机平台连接。

[0026] 应当进一步理解,因为优选地以软件来实施在附图中所描绘的系统构成组件和方法步骤中的一些,所以取决于本发明被编排的方式,系统组件(或过程步骤)之间的实际连接可以是不同的。给定这里的教导,相关领域普通技术人员将能够想到本发明的这些和相似的实施方案或配置。

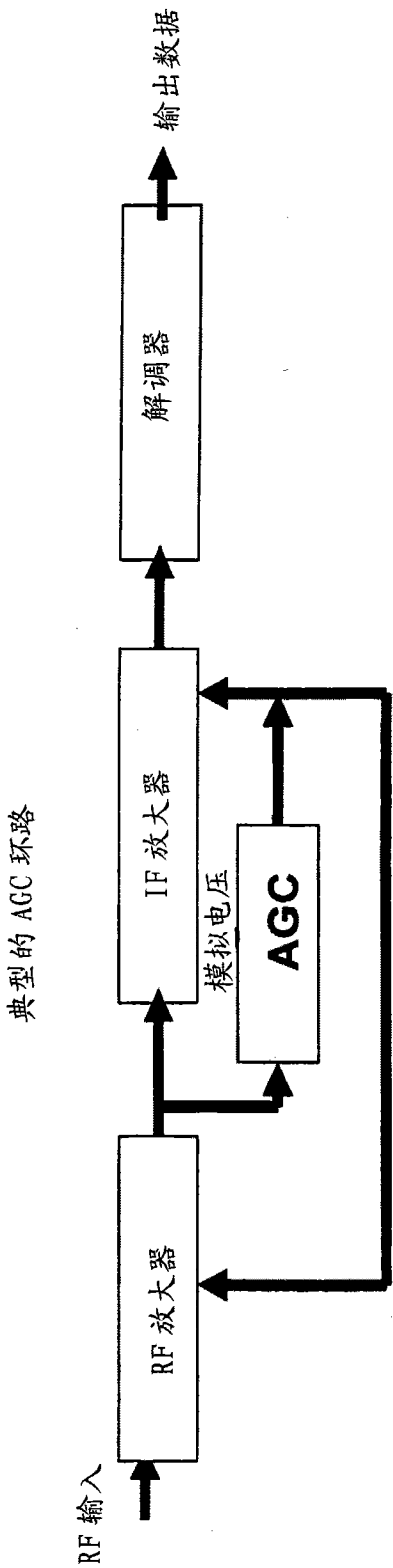


图 1

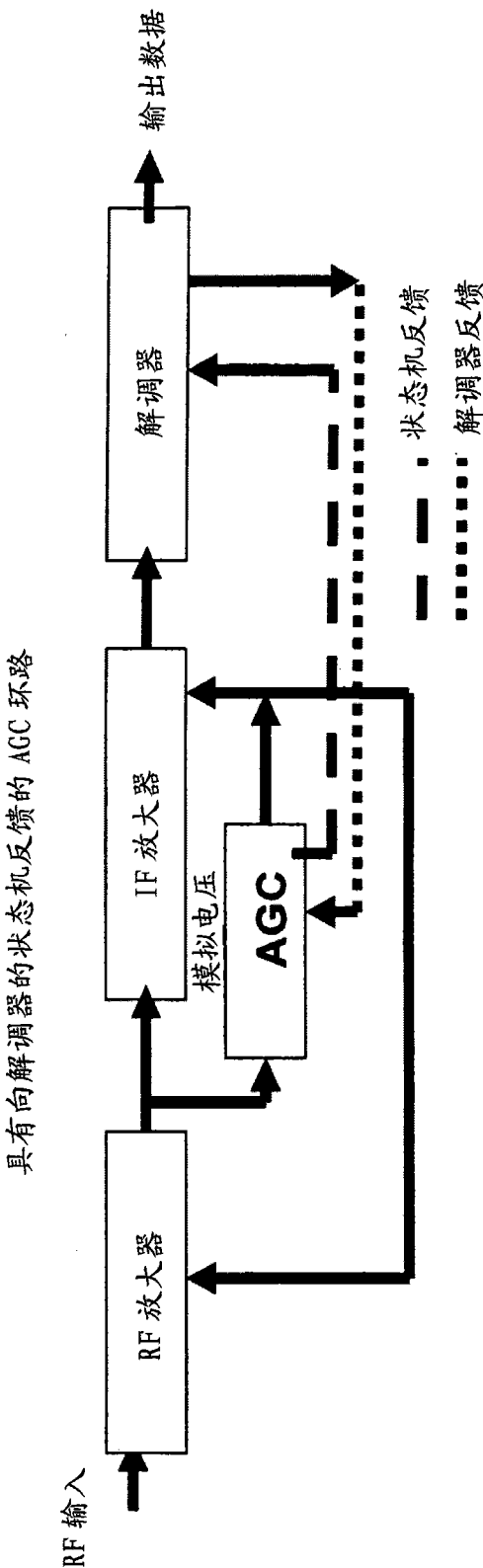


图 2



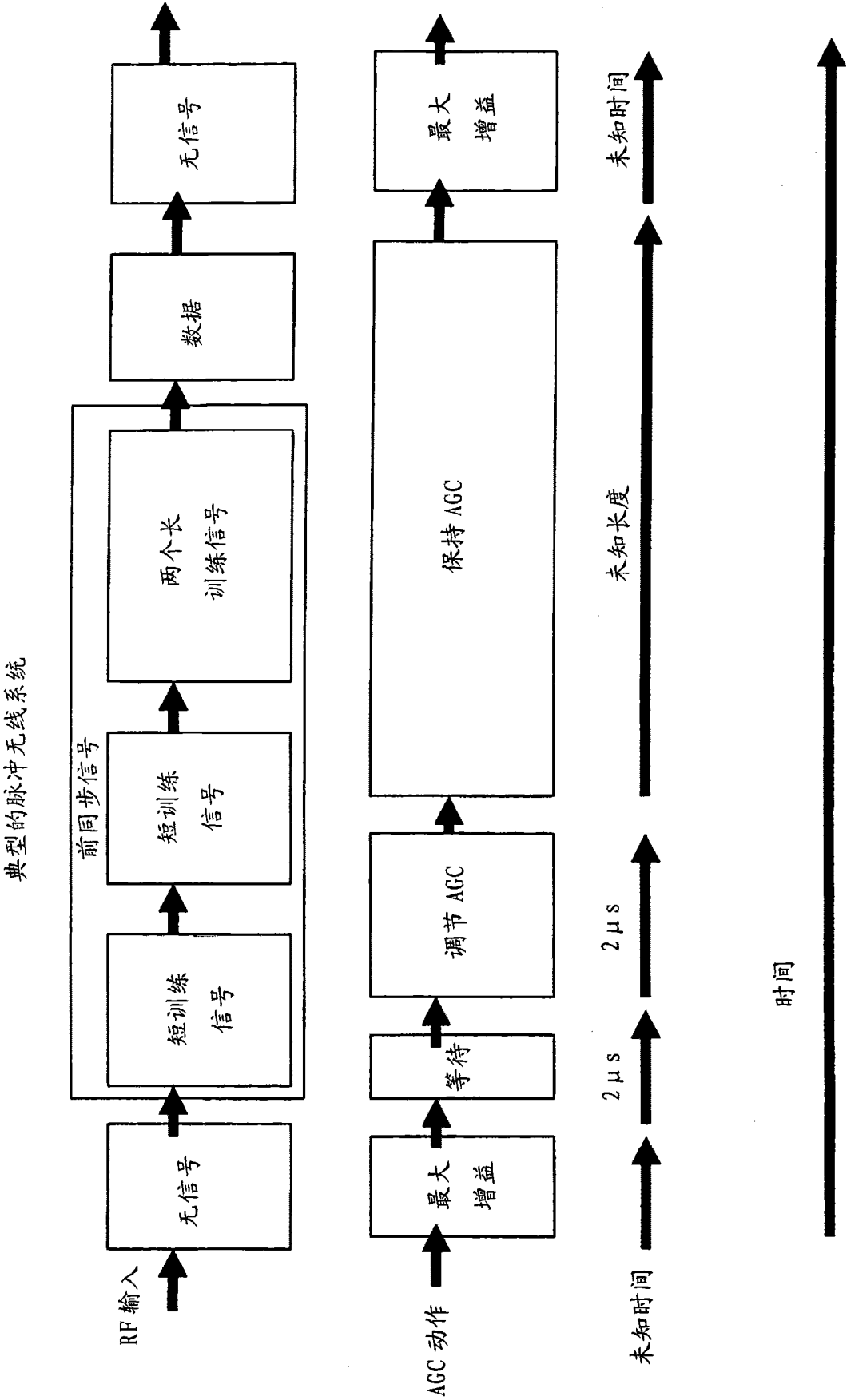


图 3

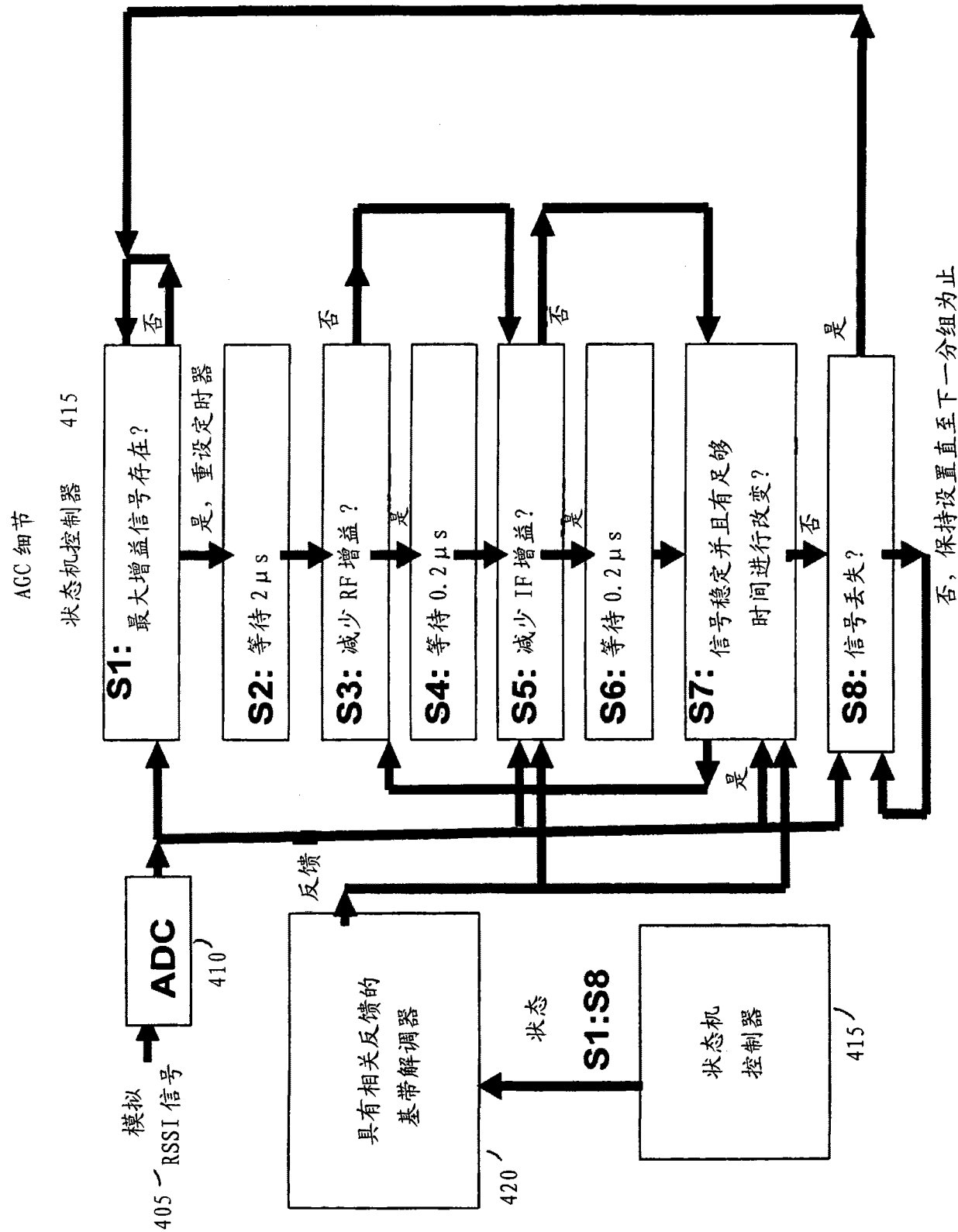


图 4

RSSI 曲线

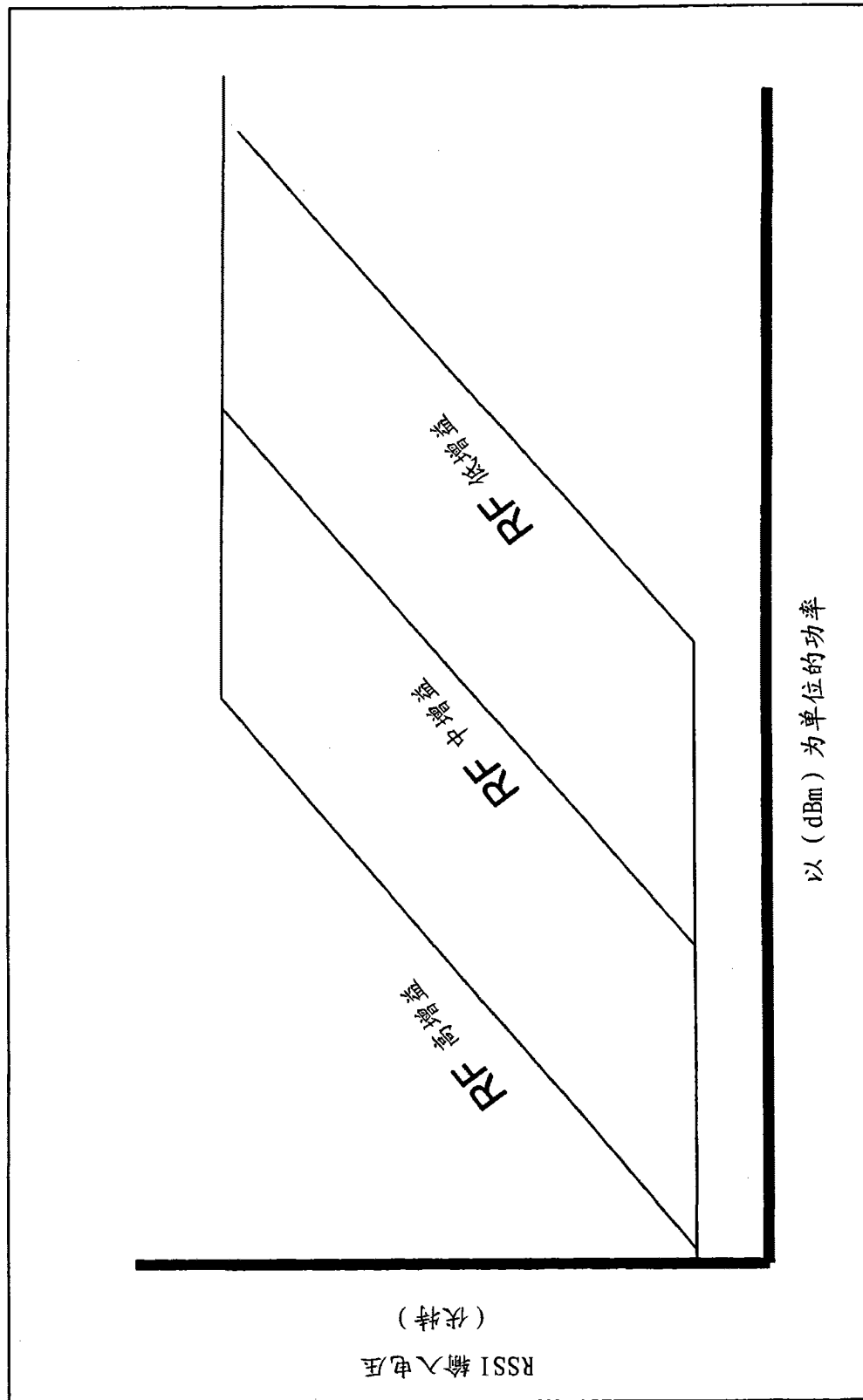


图 5

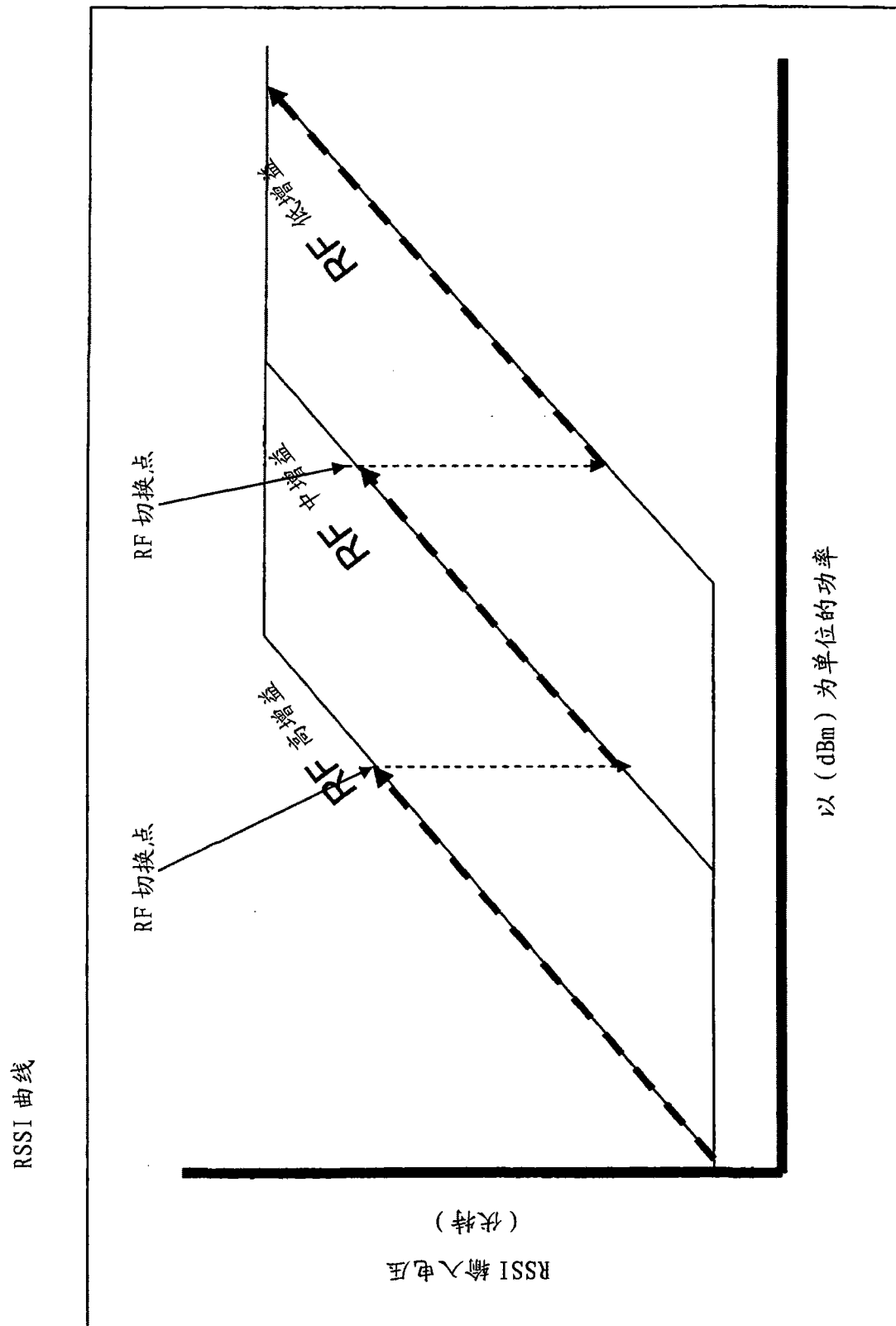


图 6

示出粗糙 IF 切换的 RSSI 曲线

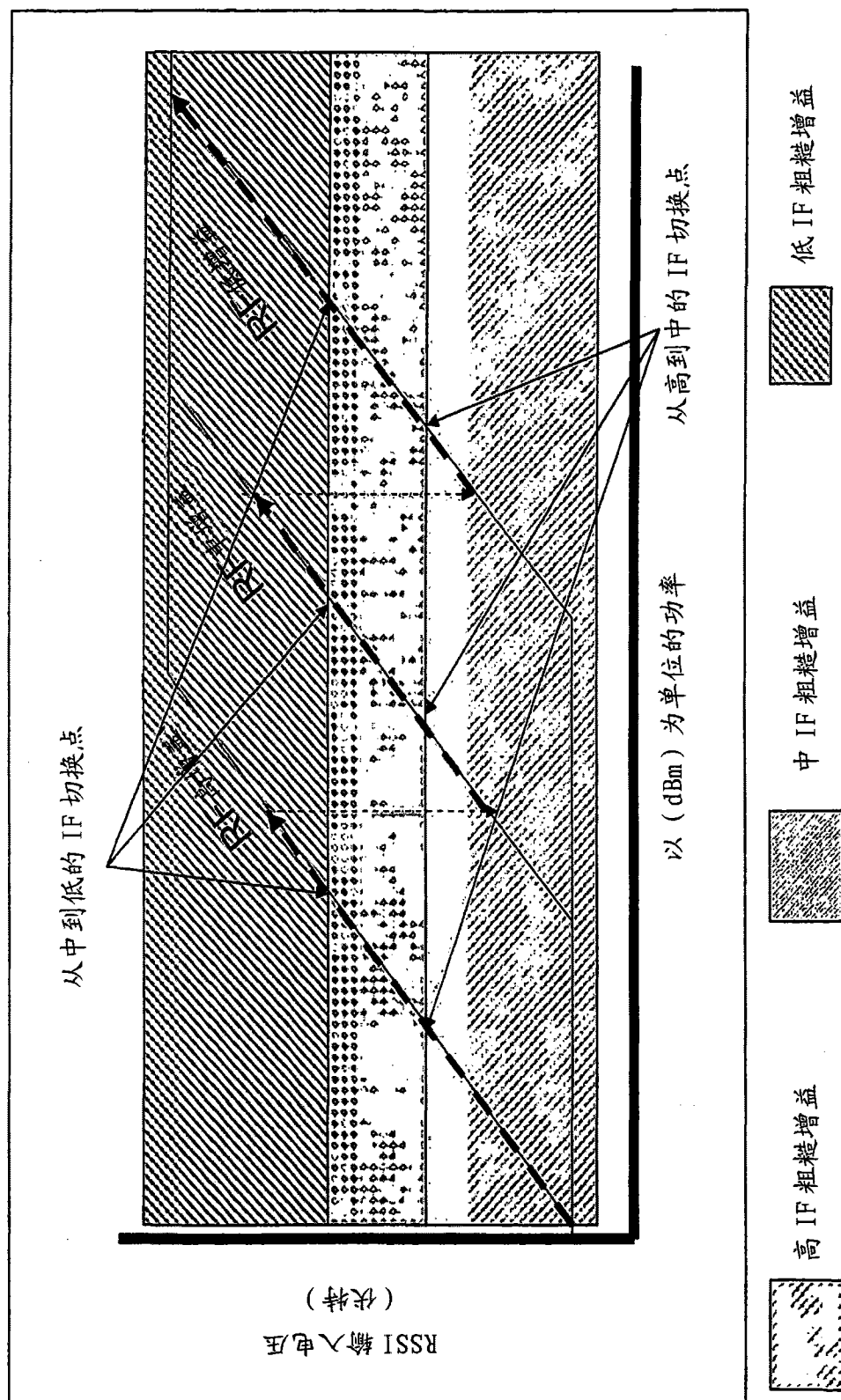
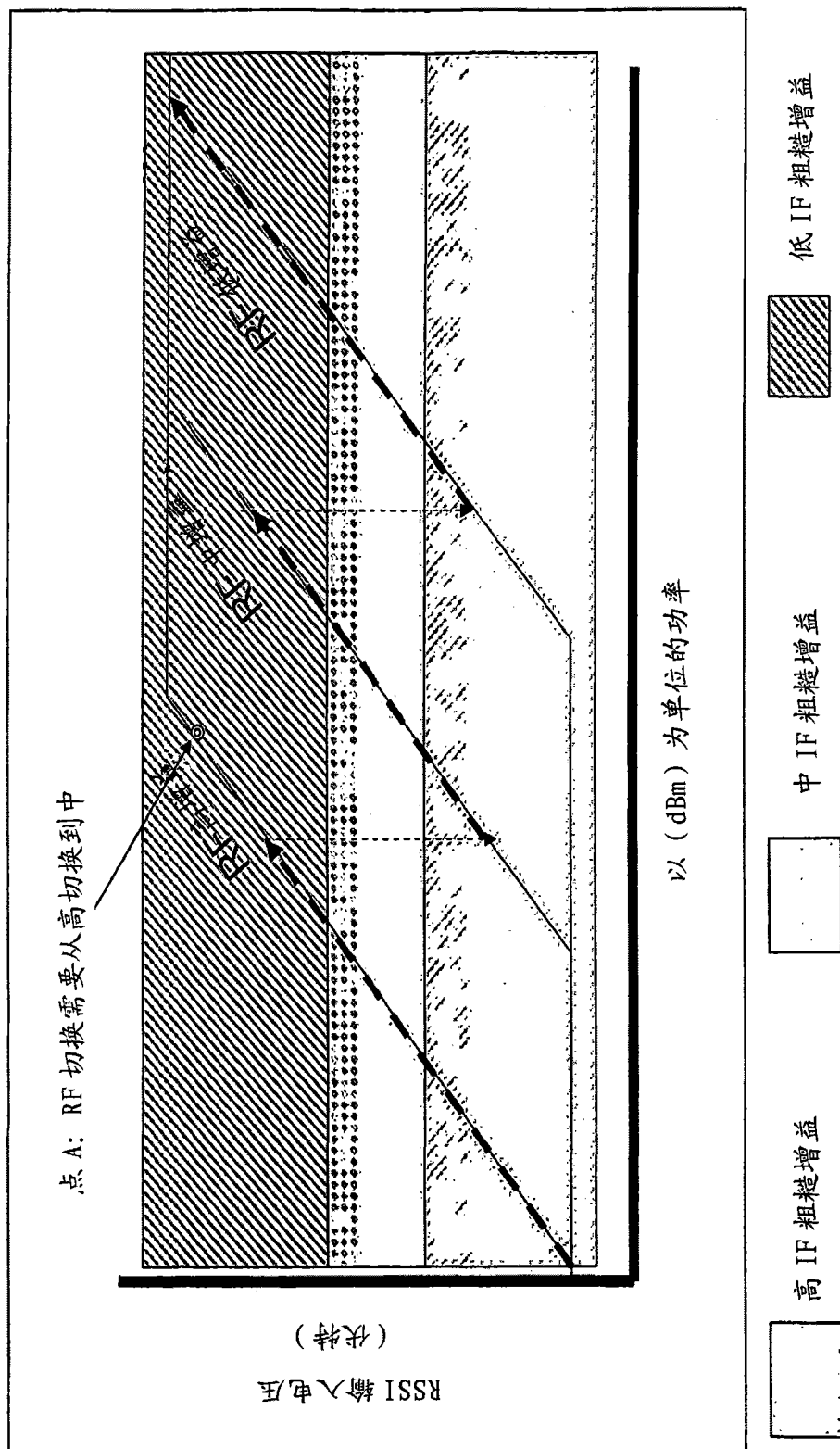


图 7

RSSI 曲线 (初始点 A 的例子)



◎ 所测量的初始 RSSI 点

图 8

RSSI 曲线 (RF 增益改变之后的下一点 B 的例子)

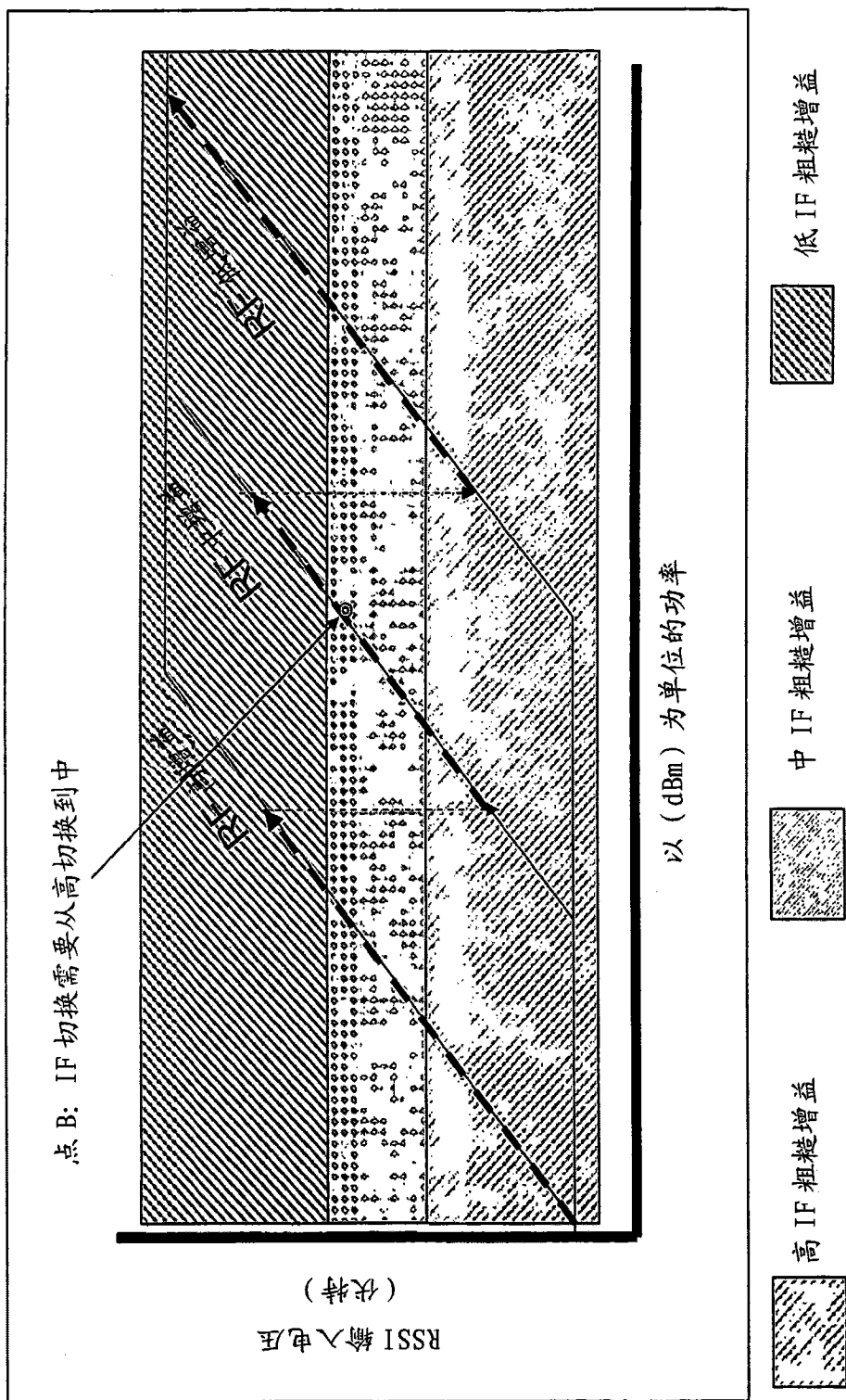
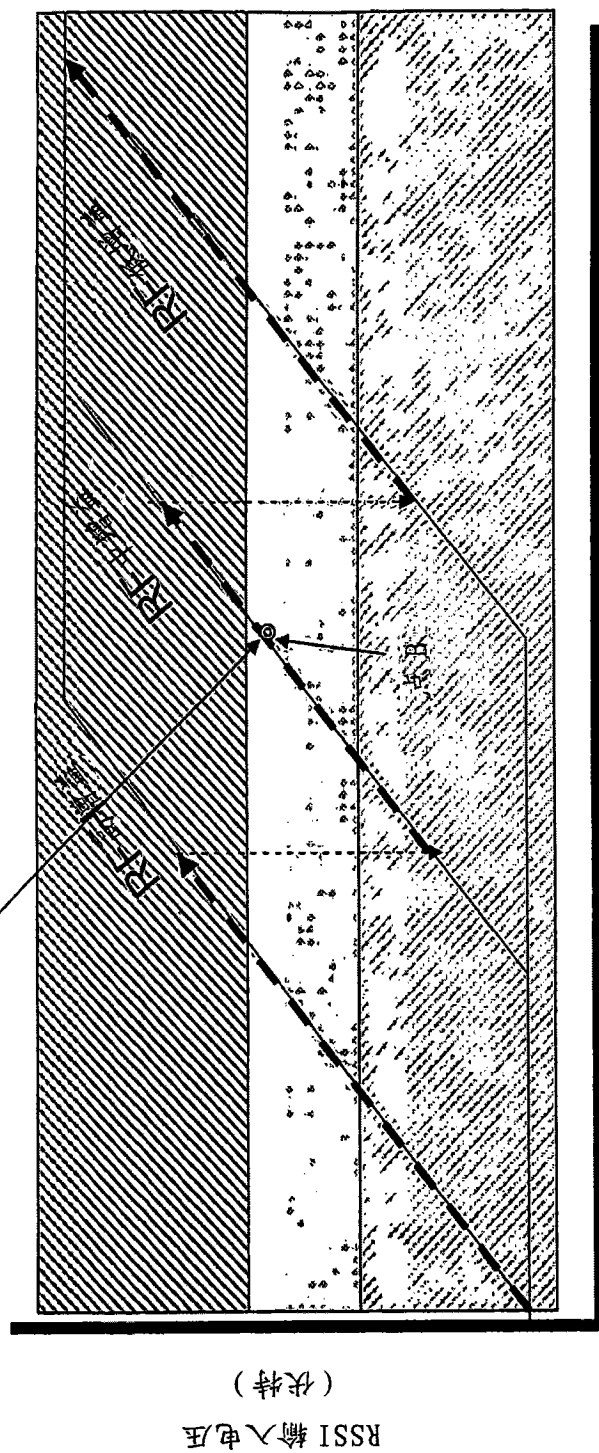


图 9

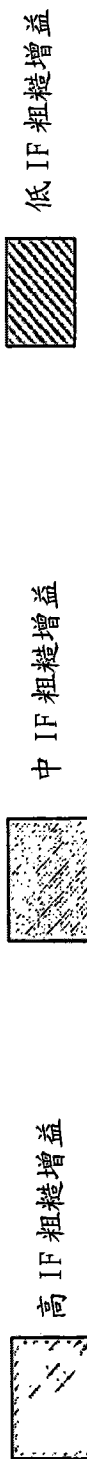
## RSSI 曲线

(由 IF 增益改变造成的等于点 B 的下一点 C 的例子)

点 C: IF 设置既被粗调也被细调,  
但 RSSI 工作点将不发生改变



以 (dBm) 为单位的功率



⊙ 所测量的 RSSI 点

图 10