

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

H04B 7/26

H04B 10/12



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92103443.1

[45]授权公告日 1997 年 4 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1034459C

[22]申请日 92.5.11 [24]颁证日 97.1.4

[21]申请号 92103443.1

[30]优先权

[32]91.5.22 [33]US[31]704,114

[73]专利权人 西南贝尔技术资源有限公司

地址 美国密苏里

[72]发明人 保罗·亨德里克·莱莫桑

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标
事务所

代理人 乔晓东

[56]参考文献

US4,553,105

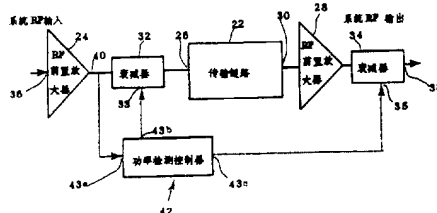
审查员 陈 晨

权利要求书 5 页 说明书 61 页 附图页数 17 页

[54]发明名称 动态范围增大器

[57]摘要

本发明涉及用于增大传输链路的动态范围的动态范围增大系统和增大传输链路的动态范围的方法。还提供了用于为系统的控制装置确定一组指令的指令设定方法,该控制装置在沿传输链路的第一位置检测适于沿传输链路传送的传送信号的电平。控制装置根据该检测电平控制第一信号电平改变装置和第二信号电平改变装置。第一和第二信号电平改变装置分别处理沿通信链路传送之前和之后的传送信号电平。



权 利 要 求 书

1. 用于对适于在通信路径内在传输链路上传输的传送信号内所引入的噪声量进行控制的系统，该传输链路从第一位置延伸到远离于第一位置的第二位置，所述系统的特征在于包括：

控制装置，用于在沿通信路径的起始位置处，检测传送信号的电平，并且用于根据所检测的电平控制第一信号电平改变装置和第二信号电平改变装置；

所述第一信号电平改变装置包括：用于在沿所述传输链路传送之前改变所述传送信号的电平的装置，并且所述第二信号电平改变装置包括：用于在沿所述链路传送之后改变所述传送信号的电平的装置，所述控制装置控制所述第一信号电平改变装置和所述第二信号电平改变装置，以根据所检测的电平按协调的方式改变所述传送信号的电平；

所述第一信号电平改变装置和所述第二信号电平改变装置分别包括：第一输出端和第二输出端以及用于改变所述第一输出端和所述第二输出端处传送信号的电平的装置；以及

所述控制装置包括：用于控制所述第一信号电平改变装置和所述第二信号电平改变装置的装置，使得：

当所检测的传送信号电平增高时，传送信号电平在第一输出端处降低，在第二输出端处增高，并且

当所检测的传送信号电平降低时，传送信号电平在第一输出端处增高，在第二输出端处降低。

2. 权利要求 1 的系统, 其中所述控制装置包括: 用于产生第一控制信号和第二控制信号以分别控制所述第一信号电平改变装置和所述第二信号电平改变装置的装置。

3. 权利要求 2 的系统, 其中所述控制装置还包括: 用于在所述传输链路上传送包含所述第二控制信号的信息的装置。

4. 权利要求 2 的系统, 其中所述系统还包括: 调制器, 用于调制所述第二控制信号, 以产生所述第二控制信号的调制形式; 以及解调器, 用于对所述第二控制信号的所述调制形式进行解调, 以产生所述第二控制信号的解调形式。

5. 权利要求 2 的系统, 其中所述系统还包括: 用于测量所述第二控制信号的电平、并且影响所述第二信号电平改变装置的控制的装置。

6. 权利要求 2 的系统, 其中在所述传输链路上传送的所述第二控制信号包括一个 *FM/FSK* 控制信号调制器。

7. 权利要求 1 的系统, 其中所述第一信号电平改变装置位于所述传输链路的输入端位置, 并且其中所述第二电平改变装置位于所述传输链路的输出端位置。

8. 权利要求 1 的系统, 其中所述第一信号电平改变装置包括一个增益控制放大器。

9. 权利要求 1 的系统, 其中所述第二信号电平改变装置包括一个增益控制放大器。

10. 权利要求 1 的系统, 其中所述传输链路的一端与一个或多个无线电信道收发器或接收器相连, 所述传输链路的第二端与一个远程天线相连。

11. 权利要求 1 的系统，其中所述控制装置直接与所述第一信号电平改变装置连接，并且经过所述传输链路与所述第二信号电平改变装置间接连接。

12. 权利要求 1 的系统，其中对所述第一信号电平改变装置和所述第二信号电平改变装置进行控制，使得第一输出端处传送信号电平的改变与第二输出端处传送信号电平的改变相等。

13. 权利要求 12 的系统，其中对所述第一信号电平改变装置和所述第二信号电平改变装置进行控制，使得第一输出端处或者第二输出端处传送信号电平的改变与所检测的传送信号电平的改变量相等。

14. 权利要求 1 的系统，所述第一信号电平改变装置和所述第二信号电平改变装置中的每一个包括一个可调节线性放大器，用于将传送信号电平放大一个所需的瞬时被乘数值。

15. 权利要求 1 的系统，其中在传送信号到达所述第一信号电平改变装置之前，所述控制装置检测传送信号的电平。

16. 用于对适于在通信路径内在传输链路上传输的传送信号内所引入的噪声量进行控制的系统，该传输链路从第一位置延伸到远离于第一位置的第二位置，所述系统的特征在于包括：

控制装置，用于在沿通信路径的起始位置处，检测传送信号的电平，并且用于根据所检测的电平控制第一信号电平改变装置和第二信号电平改变装置；

所述第一信号电平改变装置包括：用于在沿所述传输链路传送之前改变所述传送信号的电平的装置，并且所述第二信号电平改变装置包括：用于在沿所述链路传送之后改变所述传送信号的

电平的装置，所述控制装置控制所述第一信号电平改变装置和所述第二信号电平改变装置，以根据所检测的电平按协调的方式改变所述传送信号的电平；

所述系统还包括：至少一个放大器和至少一个衰减器的串联组合，与所述传输链路的第一输入端位置连接，所述串联组合包括所述第一信号电平改变装置。

17. 权利要求 16 的系统，其中所述串联组合包括串联连接的第一前置放大器、第一衰减器、第二前置放大器和第二衰减器。

18. 权利要求 17 的系统，其中所述控制装置包括：定向耦合器、监测装置、DC 处理器、AC 处理器、用于处理和组合由所述 DC 处理器和所述 AC 处理器所输出的信号的组合装置、以及用于控制所述系统中至少一个衰减器的衰减值的衰减器控制装置，其中：

所述定向耦合器连接到所述第一前置放大器的一个输出端并适合于将所述传送信号的放大采样馈至所述监测装置；

所述监测装置适合于接收所述放大采样，并提供通常具有大于 1MHz 的带宽的视频信号形式的所述放大采样的整流形式；

所述 DC 处理器包括用于提供所述视频信号的 DC 测量信号的装置，其中所述 DC 测量信号与所述第一前置放大器输出端处的瞬态组合 RF 电平成比例；

所述 AC 处理器包括用于根据对所述视频信号的 AC 分析提供一 AC 测量信号的装置，其中所述 AC 测量信号表示所述监测装置产生的瞬态二级交调成分。

19. 用于对适于在通信路径内在传输链路上传输的传送信号内所引入的噪声量进行控制的系统，该传输链路从第一位置延伸

到远离于第一位置的第二位置,所述系统的特征在于包括:

控制装置,用于在沿通信路径的起始位置处,检测传送信号的电平,并且用于根据所检测的电平控制第一信号电平改变装置和第二信号电平改变装置;

所述第一信号电平改变装置包括:用于在沿所述传输链路传送之前改变所述传送信号的电平的装置,并且所述第二信号电平改变装置包括:用于在沿所述链路传送之后改变所述传送信号的电平的装置,所述控制装置控制所述第一信号电平改变装置和所述第二信号电平改变装置,以根据所检测的电平按协调的方式改变所述传送信号的电平;

所述系统还包括:向下频率转换器,用于在沿所述链路传输之前,将所述传送信号转换为较低的频率。

动态范围增大器

本发明涉及一种用于增大传输链路的动态范围的动态范围增大系统。更具体地讲，本发明涉及一种动态范围增大系统以及一种用于增大传输链路的动态范围的方法，由此增大传输链路的可用 RF 输入范围。本发明的动态范围增大系统及用于增大传输链路的动态范围的方法特别适用于诸如包括光学部件的传输链路；然而，潜在的用途并不仅限于此，而且目前正在尝试极为广泛的应用，这里只列举出其中的一部分。

传统的移动式蜂窝无线电系统有严格的交调和噪声系数要求，尤其是对蜂窝地段设备而言，在那里大量的用户共享一个单独的蜂窝地段的接收机前置放大器。传统系统的一个例子是诸如 EHRLICH, N., 等人于 1979 年 1 月“贝尔系统技术期刊”(“Bell System Technical Journal”)第 153—199 页的“蜂窝地段硬件”(“Cell Site Hardware”)一文中所描述的 AMPS 系统。最初的 AMPS 系统的低噪声接收机前置放大器子系统规格包括 2.5 dB 的噪声系数。此外，对接收机前置放大器输入端的两个各为 -35 dBm 的 RF 信号，输入端处的三级交调分量应比两输入 RF 信号之任一者低 65 dB 或更多。这相当于 -2.5 dBm 的输入三级旁录，并在假设信道带宽为 30 KHz 时转化为约 83 dB 的无乱真动态范围。

现代蜂窝地段接收机系统能在移动式蜂窝环境下运行，其特征为某些蜂窝在繁忙时期所有可用信道的用户密度都很高。这就要求有高动态范围的蜂窝地段接收机前置放大器和接收机。蜂窝系统逐步调整，采用美国数字式蜂窝标准(US TIA TDMA; Telecommunications Industry Association Time Division Multiple Access, 也通称为数字式AMPS)，预计总的动态范围要求仍将是严格的。

三级交调效应引起的系统性能下降通常发生在同一前置放大器同时放大强和弱信号时。强信号生产的交调成分会落在正被接收的弱信号的接收频率内或附近，从而在所要的弱信号中产生有效的共信道干扰。在用于给定蜂窝中的语音信道是均匀隔开的情况下的蜂窝系统中更可能这样。

由蜂窝地段前置放大器特别处理的输入信号包括从位于安有接收天线的塔或建筑物附近的移动装置所发出的信号和从距蜂窝地段几英里的移动装置发来的信号。一般，蜂窝天线的辐射模式并不为紧邻蜂窝地段的地面提供很强的天线增益。因此，从接收天线底部附近的移动装置来的信号经蜂窝地段前置放大器处理后一般不产生最高信号电平。而最高输入信号电平通常来自附近的移动装置和天线的主要覆盖区，例如相邻建筑物的四层楼内的袖珍式终端。从蜂窝地段的天线至最近用户终端的最短距离一般为几百英尺。

光缆传输链路已被用来在相当长的距离内低损耗地传送RF和微波信号。显然，这种系统非线性(它导致交调失真)的主要来源是诸如激光器或用来把电信号转成光信号的发光二极管的光元件。

卫星下行通信链路信号的传输的许多应用中不需要特别宽的光通

信总动态范围。大多数卫星RF传输链路是光纤远程技术应用的理想选择对象，因为卫星通信链路一般不受快速衰减的影响且不必同时处理来自一或多个卫星的大范围的输入信号电平。另一方面，蜂窝式接收系统一般必须同时处理大范围的信号电平。

对于能采用低功率（比如+10 dBm输出）的微蜂窝环境中的手握式收发报机，总动态范围要求更为严格。这主要是由于远程天线要能同时接收来自天线附近的手握袖珍终端（传送高达+28 dBm有效辐射功率（ERP））和高功率移动式终端（传送高达+35 dBm ERP），并同时接收来自1,500英尺之外并可能不在视线之内的天线的手握式袖珍机+10 dBm的输出的更弱的信号。

在另一种可能情况中，全方向远程天线可位于街角并同时接收距天线30英尺的移动装置传来的两个信号，二者都要传送到远距离的移动式蜂窝地段的天线。这些移动式终端可接通与同一系统相联的移动式蜂窝地段或工作于指派其他蜂窝载波并位于微蜂窝所用频率附近的扩展频谱部分。此时，微蜂窝处各信号的接收电平可高达-15 dBm。如果有两个位于附近的、带有反向信道功率控制的手握袖珍机，且各有+8 dBm ERP的输出功率且距微蜂窝15英尺，各信号的接收电平可高达-35 dBm。另一方面，来自远处手握式袖珍机的输入信号电平可是一110 dBm。按已公开的传播模型，袖珍机实际上可位于距天线200至1,000英尺之间的任何地方。例如，参见BERNHARDT, R. C. 于1989年11月的“89年全球通信进展”（“Proceedings of Globecom'89”）第1356—1360页发表的文章“袖珍无线系统模拟特性的路程损耗模型效应”（“The Effect of Path Loss

Models on the Simulated Performance of Portable Radio Systems ”。

因此，在两个手握袖珍机产生交调成分时，需要有大干 75 dB 的无失真动态输入范围，且在二个邻近移动式发送器造成交调失真时，要有 95 dB 以上。在 FM 系统性能由共信道交调噪声电平决定的情况下，所希望的输入或接收信号电平须大于交调信号电平捕获率的量级，一般为 6 dB。

许多蜂窝系统为移动发送器采用有限范围调节功率控制，以最佳地利用维持蜂窝地段通信所需的最小输出功率。调节功率控制通常的调节范围总共为 28 dB，约每 4 dB 为一台阶。其主要好处是减小了共信道干扰，因为相同的信道一般被在相同的局部蜂窝系统中的其他移动式蜂窝或微蜂窝所再用。功率控制的另一好处是总体地降低了蜂窝地段处产生的输入信号和总输入信号电平，从而缓解了对前置接收器前置放大器动态范围的要求。

在微蜂窝环境下，也采用蜂窝系统控制下的有不同输出功率的发送器，这些发送器最优地利用最大输出功率电平和功率调节范围。其理由是虽然目前的手握袖珍机有 0.6 W 的最大输出功率，对低电池消耗、小尺寸机型的需求仍会产生对低输出功率并能在微蜂窝环境下工作的机型的市场需求。另外，终端用户的移动性使发送器可很接近微蜂窝天线。一般，微蜂窝天线可设在离地面 10 至 30 英尺之内。

虽然优化光缆天线远程系统以在最困难的信号电平范围环境下工作可能是不现实不合算的，对许多信号电平环境，可与目前的蜂窝地段接收系统的性能相比的适当性能，如接近 85 dB 的可用动态输入范围仍是可接受的。

采用强度调制光缆通信的早期的天线远程系统可得到53至约73 dB的无失真动态范围。例如，见MEYER, L. J. 于1989年五月的“89年VTC进展”(“Proceedings of VTC '89”)第398—400页所发表的“将光纤用于模拟RF信号”(“Using Fiber Optic With Analog RF Signals”)一文。近来，FYE, D. M. 在其于1990年五月的“90年VTC进展”第622—625页所发表的“蜂窝无线电应用的光纤天线远程通信链路设计”(“Design of Fiber Optic Antenna Remotely Links for Cellular Radio Applications”)一文中报告了约77 dB的无失真动态范围。

在实验室条件下对激光二极管采用了线性化技术，以进一步降低激光二极管产生的交调成分。然而，这种线性化技术昂贵而复杂。这种技术包括主动预失真、电—光前馈和电—光反馈结构。这些用于激光二极管的主动线性技术，诸如DARCTE, T. E. 和BODEEP, G. E. 于“IEEE微波理论和技术交流”(“IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques”)1990年5月第5号第38卷(Vol. 38, No. 5, May 1990)第524—533页发表的“光波子载波CATV发送系统”(“Light Wave Subcarrier CATV Transmission Systems”)——文中所公开的，都显然还不具备广泛应用的可行性。由于所报道的频率相关和频率无关交调过程的存在，这种线性化选择是不实际的，特别是对宽带RF信号发送。另外还采用了二极管预失真，以在采用发光二极管的光纤缆中

传送960语音信道FDM(频分复用)噪声测试信号或两个模拟图象信号,如RAMADAN, M. 于1985年6月的“1985年IEEE MTT-S Digest”第303—306页所发表的“光纤系统中的模拟信号发送”(“Analog Signals Transmission Over Optical Fiber Systems”)一文中所报道的;但仍未能消除三级失真成分。

MEYER, L. J. 在其于1989年五月的“Proceedings of VTC'89”第398—400页发表的“将光纤用于模拟RF信号”和FYE, D. M. 于1990年5月的“Proceedings of VTC'90”第622—625页所发表的“蜂窝无线电应用的光纤天线远程通信设计”中描述了两不用主动线性技术消除激光二极管失真的天线远程系统。这些系统的设计显然是为在其工作的特定环境中提供成本适宜的特性。

这两种系统均采用固定增益RF前置放大器,其增益的设定使最大预计输入信号不致使光传送链路所用的激光二极管超载并造成显著的交调噪声。文献中描述的这两种系统均未显示85 dB的可用动态输入范围。应注意对一般的蜂窝地段应用,光纤链路输出馈送一带有一个或多个具有最佳信噪比和信号—交调噪声比特性的集成低噪声放大器的接收机多通耦合器,以为接收系统提供适当信号电平。

在上述DECIBEL的MEYER所描述的一个系统中,FP激光调制器有+24 dBm的输入三级旁录。图1显示了GTE的Fye所描述的天线远程系统的框图。在该GTE系统中,设有具有2.7 dB噪声系数和37 dB的RF增益的前置放大器10。此外,设有具有27 dB的RF损耗的光纤传输链路12。图1所示的

等效放大器 14 代表 G T E 系统的总等效净增益, 约为 10 dB 。在 G T E 系统中, D F B 激光调制器显然有约 $+27 \text{ dBm}$ 的输入三级旁录。链路输出噪声 (主要由激光噪声引起) 在 30 KHz 带宽且无 R F 输入信号下测得为约 -11.5 dBm 。因此, 若把 -125.5 dBm 的 R F 信号连到如图 1 所示的前置放大器输入端 16, 系统的输出响应约等于前置放大器输入端 16 无输入信号时链路输出端的噪声电平。前置放大器 10 的 37 dB 的 R F 增益和 2.7 dB 的噪声系数似乎适合于微蜂窝应用, 如果只考虑前置放大器输入动态范围的较低端的话。

若包含两个分别为 -48.5 dBm 的单独信号的复合信号被连到前置放大器输入端 16, 链路输出端 18 处产生的双音调三级交调成分的电平仍为 -115.5 dBm , 这等于无 R F 输入信号时 30 KHz 带宽的随机噪声输出电平。对该系统, 无输入时输出三级交调成分处于或低于随机噪声输出电平的输入信号范围被称作无失真动态输入范围, 且此情况下为 77 dB , 即 125.5 减 48.5 。该例还显示若有高于 -48.5 dBm 电平的两个或多个输入信号连到前置放大器输入端 16, 通信性能将降低。由于前置放大器的增益为 37 dB , 这等于在 77 dB 的双调三级交调成分低于两个高电平信号中每一个时, 两个信号之每一个在激光二极管调制器输入端 20 处的最大允许电平为 -11.5 dBm 。在激光二极管调制器输入端 20 对这两个信号的复合功率将为 -8.5 dBm 。

有必要考虑以各自高于 -48.5 dBm 的电平把信号连到前置放大器输入端 16 的效应, 特别是在实际应用中附近的移动或袖珍发送器会产生高达 -15 dBm 的输入。但在通常情况下, 两个各

为 -35 dBm 的信号被送入前置放大器输入端 16。在此情况下，GTE 系统的结果是：(a) 两高电平信号分别以 -25 dBm 的电平出现在传输链路输出端 18；(b) 系统中将产生两个由于两高电平输入信号的三级交调而产生的信号，且它们将在链路 12 的输出端 18，其电平将比各基频信号低 50 dB ，并对应于链路输出端 18 处的各交调成分 75 dBm 的功率，这参照前置放大器输入端 16 相当于各为 -85 dBm 。这两个特别有害的多余信号不幸会落到所需语音信道信号的相同频率上，从而，根据捕获效应，具有同一频率的所需输入信号的电平在前置放大器输入端 16 至少要为 -79 dBm ，以在蜂窝地段捕获到接收器。因此，各为 -35 dBm 的两个高电平输入信号输入前置放大器输入端 16 时，其他输入信号的有效无乱真动态范围减小了约 44 dB (约 $79 - 35$ ，即 44 dB)。

因此，采用图 1 的系统，若手握式袖珍机（它可距微蜂窝天线一段距离）上只加有 -110 dBm 的信号（如前例中那样），若一交调成分落在该所希望的 -110 dBm 输入信号所占的同一语音信道上，正在进行的通话会被交调信号完全打断。这显然是要避免的。

若输入两个更高电平（如各为 -31 dBm ）的输入信号，链路输出端 18 处的基频信号将各为 -21 dBm ，且双调三级交调成分将比基频信号低 42 dB ，相当于参照前置放大器输入端 16 处电平时各交调成分为 -73 dBm ，并有效地干扰输入端 16 处的所希望输入信号。此时，输入信号必须至少有一 -67 dBm 的电平才能克服交调噪声并产生 FM 接收机的有用解调信号。

系统通常设有能控制移动和袖珍终端输出功率的系统，以缓和微蜂窝和天线远程通信的总动态范围要求。不幸的是，如上例所示，

控制移动或袖珍发送器功率所带来的好处可能不足以为可与目前的普通蜂窝地段设备所能供给的相比的微蜂窝地段天线远程通信提供交调性能。这特别明显地体现在当附近的发送器不为所关心的远程微蜂窝地段天线所控制时，比如当附近的发送器为大型移动式蜂窝或另一蜂窝地段系统所服务时。另一系统也被提出，其目的是通过用AGC（自动增益控制）放大器来取代远程系统中的前置放大器来解决上述的高电平信号问题。见HOWAT, F. 于“Proceedings VTC '89” 1989年5月号第535—541页上的“采用远程控制网格发送器的格区式性能”（“Cell Like Performance Using the Remotely Controlled Cellular Transmitter”）一文。对采用激光二极管的系统，采用AGC可理想地限制前置放大器的输出功率，从而防止高总功率电平使激光二极管超负荷。AGC放大器的增益可由信号包络线的平均值或峰值确定。然而，这种特殊的补偿在解决高电平信号问题时也会产生一些不希望的效应，列举如下：

（a）若AGC时间常数过慢，高信号电平会使激光二极管超载，直至AGC回路作出响应。因为当输入信号电平低时AGC的增益最高，输入信号的第一部分被以最大增益放大，直至自动控制起作用。因此，一锐的峰，或尖峰，会出现在采用输入AGC前置放大器的远程系统的输出端。

（b）若AGC时间常数过快，采用AM（调幅）信号传送的信息会因AGC放大器变化的放大率而被消除。另外，由于在一个或多个高电平信号上的所需AM信号，多余的AM会被加到设有所需AM的低电平信号上。此外，宽带反馈回路一般更不稳定。接收的TDMA

(时分复用选取)脉冲也会产生系统性能问题。

(c)若未适当确定AGC回路稳定参数,AGC输出会呈现多余的波纹、尖峰或负尖峰。这在输入电平突然发生大变化或瞬变时尤为显著。

(d)若AGC放大器有过份的AM/PM(调幅/调相),放大器产生的PM会降低所放大的信号的质量。

(e)根据具体的应用,AGC放大器在某些输入电平上会出现差的噪声系数和/或低线性(包括过份压缩、扩展或三级交调效应)。

(f)由于多数蜂窝系统采用反向通道功率控制,AGC放大器可能会除去因传送功率电平的变化而造成的希望的变化。这一在系统输入功率电平增加时的总通信增益减小会降低系统性能或发送器功率控制的稳定性。

上述问题中,有些是源于AGC放大器主要是一种反馈放大器这一事实,这对回路同步有内在的技术挑战。比如,修正只是在“太晚”时才能做出,而错误(在过高或低的即时输出电平的意义下)已从输出端被检测出。

另一种为某些系统用来解决高电平输入问题的方法是选用较低的固定前置放大器RF增益,或设置与前置放大器的输入和/或输出串联的固定衰减器。这些措施有效降低了激光二极管在整个输入范围内的信噪比,并潜在地降低了所有输入信号电平的总体性能,作为为高系统输入功率条件提供较低交调失真电平的代价。

另一种克服高电平输入问题的方法是采用具有低输出功率的限定型放大器或固定增益型放大器。在多数情况下,这一方法增加了前置

放大器产生的交调成分电平并提高了前置放大器所产生的交调噪声的电平，使之大致等于激光二极管或发光二极管产生的交调成分电平，并通常使总传输链路交调噪声翻一番。用这一方法处理的系统输入信号也很可能被加进 AM/AM 失真和 AM/PM 失真。若不采用输出功率压减或限制，前置放大器能使激光或发光二极管超载约 20 dB 以上，从而引入了大量的潜在交调噪声。

应注意在采用自由空间光通信链路时，也会出现上述高电平信号问题，因为激光或发光二极管噪声及其交调特性会限制采用自由空间光传送的 RF 传输链路的总动态范围。

另一种对上述问题的潜在补偿包括采用先进天线，如能衰减输入信号电平过高的信号的适配相阵。另一种可能是用能降低来自于距天线特别近处或位于其下方的发送器的信号的固定阵，天线可以安在很高的电线杆或天线塔上。

可能出现于微蜂窝天线远程系统中的另一问题涉及用于沿相反方向（即从蜂窝地段到远程天线）传播信号的光缆和/或自由空间光链路。在某一蜂窝地段点发送器的功率控制功能把输出电平误调到过高电平时，光传播链路中的激光或发光二极管会产生过多的交调成分并使远程单元不再满足无乱真辐射的 FCR 要求。还可能会对采用与使用该天线远程系统的微蜂窝系统所用无线电信道邻近的信道的其他无线系统产生干扰。对此，上述的许多方法无法提供可行的解决办法。

一种用于语音处理系统（包括那些用于蜂窝网络和卫星传播系统）中的技术称为压扩（*Comanding*）。这包括位于源端的装置（压缩器），它把给定信号（通常具有低带宽）在其被传送过一有限动态范围传播路径之前压缩一给定的系数。在远端，一称作扩展器的

装置用压缩过程中所用的同一系数恢复复合信号原有的动态范围。这种装置对大多数微蜂窝天线远程应用的价值有限，因为它要求很宽的回路带宽（对此应用约为 50 MHz），以便即时压缩并随后扩展动态范围。此外，还注意到压扩系统的压缩和扩展装置均采用非线性反馈回路（可能出现瞬态响应误差和不稳定现象）以便作为即时输入或输出电平的函数而改变增益，从而可能因残留扩展或压缩而造成有害的失真。

技术文献显然未论及通常为光纤或自由空间光天线远程系统提供警报、自检和遥控功能的装置。这些系统可采用单独的装置，如现场故障排除或直接连接或拨号的报警设备。文献中描述的一系统采用光缆系统分配均为直接强度调制的微波信号和数字基带信号。见

HEIM, P. J. 和 McCLAY, C. P. 于 IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 38, No. 5, May 1990 (1990年5月)第494—500页中的“相阵天线的频分复用微波和基带数字光纤通信”(“Frequency Division Multiplex Microwave and Baseband Digital Optical Fiber Link for Phased Array Antennas”)一文。

采用数字调制的一个缺点是由双模式(RF和数字)直接调制所引起的在所有微波信号上的固有相噪声累积。结果，有些类型的天线远程系统应用不允许使用直接基带数字调制于控制和警报功能。

由于现有远程微蜂窝天线或无线接口的有限有效动态范围，在一给定地区中使用这种现有微蜂窝应用系统需要较大量的远程无线接

口。因而若采用这种系统会导致用于额外远程无线接口的大量的硬件及维修费用。

近来对微蜂窝无线接口所要求的高动态范围有详细的讨论。有高动态范围的无线接口可为众多微蜂窝应用提供更大的实际操作距离，从而减少了覆盖给定地区或室内设施所需的无线接口的数目。若采用小动态范围的无线接口，覆盖给定区域的无线接口数目会较大，从而增加系统的费用。

与上述已有系统不同，本发明的动态范围增大系统和用于增大传输链路的动态范围的方法克服了大多数（若非全部的话）上述问题，并产生了有许多优点的动态范围增大系统。

因此，本发明的一个目的是提供一种能增大信号传播系统无失真操作的总动态输入信号范围的系统。按照本发明的一具体方面，在保持链路的总固定增益特性的同时增大了链路的总动态范围。因此，可以保证控制链路所处理的某些信号的电平的自动发送功率控制系统的稳定性。另外，该系统保持了有意加在某些信号上的AM调制的完整性。另外，通过防止交调成分落到所希望的无线电信道中，本发明特有的增大的动态范围降低了微蜂窝电话系统袖珍终端用户失去通话的可能性。

本发明的另一目的是通过使监控和维持信号在传输链路上传送而提供用于远处的天线单元的廉价警报、自测及控制。本发明的另一目的是提供动态范围增大系统以及增大具有电—光元件的传输链路的动态范围，其中该系统和方法降低了因高输入电平而损坏激光或发光二极管的可能。

本发明的再一个目的是消除为增加传输系统的动态范围而采用反

馈、前馈、或预失真线性技术的必要。另外，本发明的另一目的是消除采用带线性或非线性反馈元件的放大器的必要，从而提供能在没有不希望的不稳定性或过度失真的情况下处理比一般A G C放大器或压扩系统更宽范围的输入信号的系统。

本发明的又一目的是提供一种不必采用直接数字基带调制而使控制信号在传输链路线路上传输的系统和装置。因而，在传输链路上传输的R F信号的相噪声特性不会降低。

本发明另一目的是提供一种动态范围增大系统，其中通过采用有选择的固定时间延迟，可在广泛的应用范围内方便地优化传输系统的瞬态响应。另外，本发明的另一目的是增大传输系统的总动态范围而不必采用一般需要压扩器的宽带反馈回路。因而，本发明的一个特殊目的是提供一种动态范围增大系统，它能在实际运行系统所会遇到的大输入信号类型范围内确保充分的回路稳定。对光链路应用来说，通过达到这一目的，本发明使得可以采用低成本的、具有较低线性输出和噪声特性的激光或发光二极管。因而，本发明在实现迫切的目的的同时也降低了总成本。

另外，本发明的一个目的是通过免除采用带有固定或可调零点以衰减潜在高电平输入信号的先进天线的必要性来降低成本，从而使微蜂窝天线单元的安装位置的选择有灵活性。

本发明的另一目的是增大涉及多种类型R F信号的传输系统的动态范围。这种传输系统可包括光纤或带有星或类似结构的自由空间光学系统，从而把若干来自几个用户的R F—F D M A、C D M A、或T D M A信号（带有变化或不同R F电平）被动或主动地合成在一个单独点。

本发明的另一目的是使光编码相关衰减控制信号与处理的 RF 发送信号一并传送，从而能采用一个以上的光接收器实在位置，从而提供点——多点分配。

本发明的又一目的是提供用于增大微蜂窝无线接口互连和信号分配系统的动态范围的系统，它将减少服务给定地理区所需的远程无线接口的数目。因而，通过实现这一目的，通过采用本发明的系统可显著降低硬件、无线接口配备、以及无线接口维修所需的费用。

本发明的另一目的是提供用于 RF 传输系统，特别是用于从点 A 到点 B 传输 RF 电—磁信号的传输链路的系统和方法。在此方面，本发明的一个特别目的是增大传输链路的可用输入信号电平范围，该传输链路可定义为用于从第一位置向与第一位置不同的第二位置发送信号的装置或系统。在本发明的一个特殊方面，通过减小该传输链路的一或多个成分的交调效应而增加了传输链路的可用输入信号电平范围。

这种传输链路可包括，例如，一般的 RF 传输链路、光缆链路、自由空间光链路、无线电波传输链路、以及以上各项的任何组合。本发明还可被用于扩大通信能力以外的目的，如用于其他目的的短距传输链路，象光纤延迟线（绕成线圈，体积为几立方英尺）。控制信号可从延迟线的一端接到另一端，从而在可以这样做的应用中消除了调制器和解调器。本发明的其他应用有串联光缆和自由空间光链路，可能用到光中继器。

因此，本发明的一个方面涉及到用于增大传输链路的动态范围的动态范围增大系统。典型的应用包括那些其中构成组合输入信号的单个信号的量和电平为随机并随时间改变的场合。该系统设有控制装

置，它在沿传输链路的起始位置检测为在传输链路传送而经过调整的传送信号的电平。该控制装置还根据检测或测得的电平控制第一信号电平改变装置和第二信号电平改变装置。第一信号电平改变装置的构造使之能在传送信号沿传输链路传送之前对其进行处理，而第二信号电平改变装置的构造使之能在传送信号沿传输链路传送之后对其进行处理。

根据本发明动态范围增大系统的一个方面，第一和第二信号电平改变装置和控制装置的构造使之能以协调方式改变传送信号的电平。

在本发明的另一方面，第一和第二信号电平改变装置各自改变其输出端处的传送信号的电平。在另一方面，第一和第二信号电平改变装置各自有确定的信号电平改变范围，因而它们能把各自输出端处的传送信号的电平改变至最大改变值。在另一方面，当检测的传送信号电平低于一第一阈值时，控制装置把第一和第二信号电平改变装置均控制在它们确定的信号电平改变范围的端点上。

在本发明的另一方面，当检测到的传送信号电平低于第一阈值时，第一信号电平改变装置被设在其确定的信号电平改变范围的最大增加端，从而使其输出端处的信号电平处于最大值；而第二信号电平改变装置被设在其确定的信号电平改变范围的最大减小端，从而使其输出端处的信号电平处于极小值。

在本发明的另一方面，当检测的电平高于第一阈值时，控制装置控制第一信号电平改变装置减小其输出端处的传送信号电平，减小的量约等于检测到的信号电平超过第一阈值的量。当检测电平高于第一阈值时，控制装置还可同时地控制第二信号电平改变装置以增大其输出端处的传送信号电平，其增加量约等于检测电平超过第一阈值的

量。

在本发明的另一方面，当传送信号的检测电平高于大于第一阈值的第二阈值时，控制装置把第二信号电平改变装置控制在其确定信号电平改变范围的最大增加端，从而使其输出端的信号电平处于最大可能值。

在另一方面，控制装置能产生分别控制第一和第二信号电平改变装置的第一和第二控制信号，且控制装置还能沿传输链路传输包含第二控制信号的信息。

在本发明的另一方面，一调制器调制第二控制信号，且一解调器解调受到调制的第二控制信号。

在一具体的方面，解调器包括一偏压控制单元，用于对解调后的第二控制信号进行运算，并根据该运算输出与检测的传送信号电平成比例的信号。

在此方面，该系统还可包括一带偏压控制接头的功率放大器，它与第二信号电平改变装置的输出相连，且偏压控制单元的输出端可连到功率放大器的偏压控制接头。

在另一方面，解调器可带有一偏压控制单元，用于确定解调后的第二控制信号是否高或低于预定的阈值。在此方面，偏压控制单元可输出一信号，该信号当解调后的第二控制信号低于预定阈值时具有第一值且在解调后的第二控制信号高于预定阈值时具有第二值。

该系统还可包括一具有偏压控制接口并且连到第二信号电平改变装置的一输出端的功率放大器，而偏压控制单元的输出端可接到该偏压控制接口。

在本发明的动态范围增大系统的一个方面，传送信号为包括可变

数目的输入信号的 R F 信号。

在本发明的动态范围增大系统的另一方面，传输链路的一端与一或多个无线电通道收发机和接收机耦合，而传输链路的另一端与远程天线相耦合。在另一方面，动态范围包括传输链路的可用 R F 输入信号范围。

在动态范围增大系统的另一方面，控制装置包括用于测量传送信号沿传输链路传送之前的瞬态复合功率电平的装置。在此，在另一方面，该测量装置可测量传送信号在沿传输链路传送之前的总平均 (R M S) R F 信号电平。此外，该测量装置还能通过测量传送信号沿传输链路传送之前的 A C 特性来测定传送信号的频谱。

在本发明的动态范围增大系统的另一方面，控制装置包括用于监测传送信号在受到第一信号电平改变装置的传送前处理之前的功率电平的装置。

在动态范围增大系统的另一方面，第一信号电平改变装置位于传输链路的输入端处，而第二信号电平改变装置位于传输链路的第二输出端处。

在动态范围增大系统的另一方面，传输链路的构造使之能从第一位置向与第一位置相距遥远的第二位置传送信号。

在本发明的一个方面，控制装置直接连到第一和第二信号电平改变装置。在另一方面，控制装置仅直接连到第一信号电平改变装置，并通过传输链路和第二信号电平改变装置相连。

第一信号电平改变装置可包括一第一可变衰减器，而第二信号电平改变装置可包括一第二可变衰减器。另一方面，第一和第二信号电平改变装置之一或二者可包括一增益控制放大器。另外，第一和第二

信号电平改变装置之一或二者可即包括可变衰减器又包括增益控制放大器。

在本发明的动态范围增大系统的另一方面，传输链路包括一光通信链路。另外，可设置一或多个时间延迟电路以补偿控制装置造成的延时，并可设置一服务信道传送系统以维持通信和／或监测警报及对传输链路的控制。在又一方面，控制装置包括一包含一可变衰减器的系统，用于远程检验系统的正常运行并确定系统的动态范围。

根据本发明的动态范围增大系统的另一方面，还提供了由至少一个放大器和至少一个耦合到传输链路的第一输入位置的衰减器组成的级联组合，其中该级联组合包括第一信号电平改变装置。该级联组合还可包括级联的第一前置放大器、第一衰减器、第二前置放大器、及第二衰减器，而控制装置可包括一方向耦合器、一监测装置、一DC处理器、一AC处理器、一用于处理并结合DC处理器和AC处理器的信号输出的结合装置，以及用于控制系统的至少一个衰减器的衰减值的衰减控制装置。定向耦合器连到第一前置放大器的输出端，并可把传送信号的放大取样馈送至监测装置，监测装置接收该放大取样并提供通常具有大于1MHz带宽的视频信号形式并具有对应于直流载波的频谱位置的整形传送信号。另外，DC处理器可提供视频信号的DC测量信号，其中DC测量信号与第一前置放大器输出端处的瞬态复合RF电平成比例，且AC处理器可根据视频信号的AC分析提供AC测量信号，其中AC测量信号表示提供视频信号（产生于非线性整流过程中）的监控装置输出端处的瞬态二级交调成分。

用以在传输链路中传送第二控制信号的装置可包括FM／FSK、PM／PSK、或AM／ASK控制信号调制器，且控制装置还可包

括时分复用 (T D M) 或频分复用 (F D M) 控制接口。

该系统还可包括用于把传送信号在沿传输链路传送之前转换到较低频率的向下频率转换器,并可包括用于把传送信号在沿传输链路传送之后转换到较高频率的向上频率转换器。

在动态范围增大系统的另一方面,传送信号是从传输链路连有远程天线的一侧传送,或传至连有远程天线的一侧。

向下频率转换器可在第一信号电平改变装置进行处理前对传送信号发生作用。类似地,向上频率转换装置可在第二信号电平改变装置处理之后对传送信号发生作用。

根据本发明的动态范围增大系统的另一方面,控制装置包括多个控制器,第一信号电平改变装置包括第一组信号电平调节器,且第二信号电平改变装置包括第二组信号电平调节器。各控制器和第一和第二组的各调节器都可分别而独立地为传送信号的不同频带提供动态范围增大。

在本发明的一特殊方面,第一和第二组信号电平调节器的数目相同。另外,系统还可包括用于传送信号的不同频带的相应滤波器、连到传输链路输入端的结合网络、以及连到传输链路输出端的分解网络。

本发明的另一方面涉及增大传输链路的动态范围的方法,其中进行了若干步骤。适于沿传输链路传送的实际传送信号的电平得到检测,并制成具有对应于传送信号检测电平的多个信号码的数值表。该表还有多个分别对应于信号电平码的信号电平调节码。定义一组控制指令以确定若干参数,其中指令是作为传送信号的检测电平的函数而确立的。在该方法的一特殊方面,根据实际传送信号的检测电平并在

指令规定的参数内，在沿传输链路的第一和第二位置调节传送信号。

在本发明方法的另一方面，对传送信号中高电平输入信号的量进行近似。另外，还确定信号的近似量是处于第一范围还是第二范围内。当高电平信号的近似数目在第一范围之内时，按第一方案在沿传输链路的第一和第二位置调节传送信号。另一方面，当高电平信号的近似数目在第二范围之内时，按第二方案在沿传输链路的第一和第二位置调节实际传送信号。

在本发明的方法的一特殊方面，第一位置位于传输链路的输入端，而第二位置位于传输链路的输出端。

本发明的另一方面涉及增大传输链路的动态范围的方法，其中进行了若干步骤。适于沿传输链路传送的传送信号的电平在沿所述传输链路的起始位置得到检测。根据检测的电平，在传输链路之前的第一位置及传输链路之后的第二位置独立地控制传送信号的电平。

在另一方面，在第一位置对传送信号作传送前处理，而在第二位置对传送信号作传送后处理。在又一方面，沿传输链路传送信息以控制第二位置处的传送信号电平。

在该方法的另一方面，当检测的电平高于阈值时，第一位置处的传送信号电平被减小约等于检测电平超过阈值的量。另外，当检测电平高于阈值时，第二位置处的传送信号电平同时被增加约等于检测电平超过阈值的量。

下面将结合附图，并借助本发明最佳实施例的非限定性例子，对本发明的目的、特征和优点作进一步详细说明；其中在有些图示中，本发明的相似的部分用相同的标号表示。在附图中：

图 1 是 G T E 天线远程系统的框图；

图 2 是本发明的动态范围增大系统第一实施例（它可具体应用于，例如，光传输链路）的简化框图；

图 3 是显示本发明动态范围增大系统的第二实施例的框图，其中第一和第二信号电平改变装置包括可编程增益控制放大器；

图 4 是显示本发明第三实施例的框图，其中控制第二信号电平改变装置的控制信号沿传输链路传送；

图 5 是显示本发明第四实施例的框图，其中用延时电路来补偿系统的延迟；

图 6 是显示本发明的动态范围增大系统的第五实施例的框图，该系统包括特定控制装置；

图 6 a 是显示与本发明第五实施例的一特殊方面结合使用的多通道频谱分析器的框图；

图 7 是显示本发明的动态范围增大系统的第六实施例的框图，包括用于维护的服务信道、自检可变衰减器、控制信号调制器、及控制接口；

图 8 是显示本发明的动态范围增大系统的第七实施例的框图，该实施例用于增大沿指向远处天线的传送方向的远程传输链路的动态范围；

图 9 是显示本发明的动态范围增大系统的第八实施例的框图，该实施例适于用分立且独立运行的动态范围增大子系统来处理输入传送信号的各频带；

图 1 0 是显示图 9 的增大系统的动态范围增大系统的传送前处理器的框图；

图 1 1 是显示图 9 实施例的传送后处理器的框图；

图 1 2 是显示本发明的动态范围增大系统的第九实施例的框图，其中在传输链路的传送前远程天线一侧用向下频率转换器把 R F 发送信号在沿传输链路传送之前转换到较低的频率，且还可在传输链路的远距离传送后一侧采用向上转换器；

图 1 3 是显示本发明的动态范围增大系统的第十实施例的框图，其中设有微处理器和记忆检索表；

图 1 4 是图 6 所示系统的一种特殊型式的框图；

图 1 5 是显示图 1 4 所示系统对两个 -48.5 dBm 输入信号的一个预定操作的框图；

图 1 6 是显示图 1 4 所示系统对两个 -35 dBm 的输入信号的一个预定操作的框图；

图 1 7 是显示图 1 4 所示系统对两个 -31 dBm 的输入信号的一个预定操作的框图。

借助图2的简化框图对本发明的动态范围增大系统作了显示。传输链路22（在此实施例中）被显示为已知的传统光通信链路，它包括激光二极管调制器或发光二极管（LED）调制器、激光二极管或LED、光通信链路、及光检测器（未单独显示）。传输链路22在输入端26连到第一前置放大器24并在输出端30连到第二前置放大器28。第一信号电平改变装置32位于前置放大器24的输出端40和传输链路22的输入端26之间，第二信号电平改变装置34连在第二前置放大器28的输出端。因而，第一前置放大器24、第一信号改变装置32、传播通信线路22、第二前置放大器28、及第二信号电平改变装置34分别串联。前置放大器24的输入端成为整个系统的输入端，而第二信号电平改变装置34的输出端38成为整个系统的输出端。

控制装置42带有连到第一前置放大器24输出端40的输入端43a。控制装置42的第一输出端43b耦合到第一信号电平改变装置（如衰减器）32的控制输入端，而第二输出端43c耦合到第二信号电平改变装置（如衰减器）34的控制输入端。

下面结合图2描述本发明的运行。使一RF传送信号适于为该系统所处理并经系统输入端36沿传输链路22传送。传送信号由第一前置放大器24放大并随后被分为两路。传送信号的一个取样被馈入控制装置42，而传送信号的主要部分被送往第一信号电平改变装置32；装置32在本实施例中显示为可变可编程衰减器。控制装置42测量第一前置放大器24输出端40处的复合功率，并根据测得的功率电平产生用于分别设定第一和第二信号电平改变装置32、34的衰减电平的两个控制信号。若输出端40处的功率电平低于预

定阈值（如控制装置4 2所设定的），则控制装置4 2把第一信号电平改变装置3 2的第一衰减器的衰减电平设在给定的低值并把第二信号电平改变装置3 4的第二衰减器的衰减电平设在给定的高值。

另一方面，若控制装置4 2检测到的功率电平高于预定的阈值，则控制装置4 2以相反的方式设置第一和第二信号电平改变装置3 2、3 4的第一和第二衰减器的衰减电平。即第一衰减器的衰减电平被设在给定的高值，而第二衰减器的衰减电平被设在给定的低值。根据这一特定实施例，第一和第二信号电平改变装置3 2、3 4的第一和第二衰减器的衰减电平设置使从输入端3 6至输出端3 8的总系统增益保持恒定，而不论控制装置4 2检测到的功率电平如何。

在此特定实施例中，如图2所示，传输链路2 2包括一激光或发光二极管调制器、一光通信链路、及一光检测器（未示出）。因而，在此实施例中，传输链路2 2的输入端2 6处的传送信号被送往激光或发光二极管调制器并被转换成沿光通信链路传送的光信号。该传送信号随后又由一光检测器转换成RF传送信号。该RF传送信号随后由第二前置放大器2 8放大，放大器2 8的输出被送往第二信号电平改变装置3 4的输入端。随后系统的RF传送信号由第二信号电平改变装置3 4输出端处的系统输出端3 8取得。

若系统输入端3 6处的系统输入信号处于低于第一阈值的功率电平，并随后功率仅增加很小一部分，从而使功率电平仍处于第一阈值以下，则第一和第二信号电平改变装置3 2、3 4的衰减设置仍各自保持在第一信号电平改变装置处于给定的低衰减值以及第二信号电平改变装置处于给定的高衰减值。

若控制装置4 2所检测的输入传送信号的输入功率缓慢但持续地

升（因为系统 R F 输入功率的持续上升）到第一阈值之上，控制器 4 2 将把第一衰减器 3 2 的衰减电平调到更高的衰减值。设置更高衰减值是为保证传输链路 2 2 的输入端 2 6 处的功率最大值不过高。系统 R F 输入功率超过第一阈值每增加 1 d B，第一衰减器 3 2 的设定衰减就增加 1 d B。同时，控制装置 4 2 产生一控制信号以便把第二衰减器 3 4 设置在此以前更低的衰减电平，其减小量等于第一衰减器 3 2 的设置改变量。类似地，系统 R F 输入信号每增加 1 d B，第二衰减器 3 4 的设定衰减就减小 1 d B。当第一信号电平改变装置（第一衰减器）3 2 和第二信号电平改变装置（第二衰减器）3 4 同时以相反的方向相等地改变各自的衰减电平时，从系统输入端 3 6 至系统输出端 3 8 的净系统增益保持不变。当系统输入功率电平上升时，传播通信线路输入端 2 6 处的 R F 信号功率几乎不变。

控制装置 4 2 有效地测量第一前置放大器 2 4 的输出端 4 0 处的系统输入功率，并确定该功率是否高于预定阈值。若该功率高于阈值，控制装置 4 2 计算该功率高过阈值多少。例如，若此功率高过阈值 5 d B，功率控制装置把第一衰减器 3 2 的衰减设定值增到高于给定零输入功率设定值 5 d B 的水平并同时把第二衰减器 3 4 的衰减设定值降低到低于给定零输入功率设定值 5 d B 的水平。

应注意对多数应用并不要求控制装置 4 2 的功率检测功能有很高的精确度。另外，对许多应用，第一和第二信号电平改变装置 3 2、3 4 的衰减电平不必很精确。对于一微蜂窝和天线远程应用，对第一前置放大器 2 4 的输出端 4 0 处的功率电平的测量应足以用来控制第一和第二信号电平改变装置 3 2 和 3 4。另外，第一和第二衰减器衰减设定有 0.5 d B 的精度对这种应用应是足够的了。

若系统 RF 输入信号的功率电平持续上升过某一点，如第二衰减器 3 4 具有最小衰减的第二阈值，控制装置 4 2 的编程可把第二衰减器 3 4 设在其最小衰减值，但同时系统 RF 输入功率电平每增加 1 dB 就继续把第一衰减器 3 2 的衰减电平增加 1 dB。假设功率电平持续地增加，从第二衰减器 3 4 达到其最低衰减设置从而使两衰减器的设置不再能同时沿两个方向相等地变化的点（输入功率的第二阈值），到输入功率的一第三阈值，总系统增益开始随系统 RF 输入信号电平的持续增加而持续降低，直至第一衰减器 3 2 最终达到其最大衰减设置。当系统处于这个仅第一衰减器 3 2 得到调节以补偿输入功率电平的增加的模式时，系统输出端 3 8 处的系统交调比（即高电平信号与三级交调成分之比）在于前置放大器输出端 4 0 处检测到的系统输入功率电平变化时仍为常数或近乎常数。这是因为系统交调性能主要由传输链路 2 2 的非线性特性（这在本情况下是由光传输链路 2 2 的发光或激光二极管造成的）决定的，也是因为在传输链路 2 2 的输入端 2 6 RF 传送信号功率电平被保持为接近常数水平。

然而，在动态范围增大系统的这种单一（即仅有第一衰减器调节）模式中，系统的噪声系数实际上随系统输入功率增加而恶化。但这并不损害系统性能，因为噪声系数的恶化是以几乎线性的分贝对分贝的噪声系数增加对输入功率电平增加的速率进行的。因而，在输入功率电平变化时输出信号——随机噪声比（ S/N ）几乎保持不变。

对许多应用，与传统的固定增益前置放大器系统相比，本发明的动态增大系统的恒定交调比和可接受 S/N 比特性对减小系统产生的失真成分是一个极大的改进，这种失真成分是干扰所希望的信号的潜在因素。

在高输入功率电平，对系统输入电平的每 1 dB 的增加，固定增

益放大器方法通常提供交调噪声比 2 d B 的降低和输出随机噪声

(S/N) 比 1 d B 的增加。对固定增益方法, 系统输入功率每增加 1 d B, 这将给出信号——干扰 (内部产生的) 比 1 d B 的净降低。

另一方面, 如图 2 中所示的本发明的系统对高于预定输入阈值的系统输入功率电平提供了几乎不变的交调噪声比。另外, 对系统输入功率每 1 分贝的增加, 它提供了较轻微的随机噪声 (S/N) 比的增加。这一对比解释了增大本系统所提供的传送的总动态范围的机制, 即使功率高于预定输入阈值的信号在没有系统产生的噪声引起的显著恶化的情况下沿通信链路传送。

当存在低于正常电平的输入信号时 (输入信号电平位于零和第一阈值之间), 本发明的动态范围增大系统的运行类似于采用固定增益前置放大器的系统。当有特别高电平的输入信号且输入功率电平位于第二和第三阈值之间时 (即当衰减器 3 4 已达到其范围的最小衰减端, 而衰减器 3 2 的衰减仍在增加时), 本发明提供了与前馈 A G C (自动增益控制) 放大器类似的功能。

由于采用了高动态范围可编程衰减器而不是电压控制增益放大器, 且由于本发明的前馈措施, 这种结构与大多数 A G C 放大器不同并提供了极低的 A M / P M (调幅/调相) 转换并能提供非常好的瞬态响应。这使采用本发明的系统能在不引入显著失真的条件下处理大范围的调制方式 (分别地或同时地)。

为进一步明确起见, 现在详细地描述本发明的信号电平改变装置的具体运行过程。下面讨论的四个运行区域是指相对用来确定两个信号电平改变装置的运行和适当设置的三个阈值而言的具体信号输入电平范围。

区域 1 :

输入电平: 从零输入信号向上至第一阈值。

状态: 第一和第二信号电平改变装置均不在活动区。

设定: 第一电平改变装置设在最小损耗, 而第二信号电平改变装置设在最大损耗。

总增益: 不随输入信号电平改变。

区域 2 :

输入电平: 从第一阈值向上至第二阈值。

状态: 两信号电平改变装置均在活动区内。

设定: 第一电平改变装置把传输链路 2 2 的输入端 2 6 处的传送信号电平降低约等于输入信号超过第一阈值的量, 而第二信号电平改变装置 3 4 把系统输出端 3 8 处的传送信号电平增加约等于输入信号超过第一阈值的量。控制装置 4 2 控制信号电平改变装置以使传送信号电平的各个改变在数值上相等但方向上相反。

总增益 不随输入信号电平而变化。

区域 3 :

输入电平: 从第二阈值向上至第三阈值。

状态: 第一电平改变装置处在活动区, 但第二电平改变装置不处于活动区。

设定: 第一电平改变装置把传输链路 2 2 的输入端 2 6 处的传送信号电平降低约等于输入信号超过第一阈值的量, 而第二信号电平改变装置被设在其最小损耗。

总增益：随输入信号电平的增加而下降。

区域 4：

输入电平：高于第三阈值。

状态：第一和第二信号电平改变装置均不在活动区。

设定：第一电平改变装置被设在其最大损耗，而第二信号电平改变装置被设在最小损耗。

总增益：最小可能总增益，不随输入信号电平的改变而改变。

现在结合图3描述本发明的动态范围增大系统的第二实施例。

在图3所示的第二实施例中，与图2的实施例的相类似的部件用相同的标号表示。传输链路22有前置放大器24'和第一信号电平改变装置32'，二者均串联到输入端26；链路22还有连到其输出端30的第二信号电平改变装置34'。与图2实施例中包括的两个固定增益前置放大器24和28不同，在此实施例中，只用了一个前置放大器24'，它设在系统的输入端。与第一实施例不同的另一点是第一信号电平改变装置32'包括第一可编程增益控制放大器且第二信号电平改变装置34'包括一第二可编程增益控制放大器。本实施例中仍设有控制装置42，而放大器24'的输出端40'连到控制装置42的输出端43a。另外，与前面的实施例类似，控制装置42的第一输出端43b连到第一可编程增益控制放大器32'的编程控制输入端33'。控制信号调制器44的输入端连到控制装置42的第二输出端43c，且其输入端连到传输链路22的输入端26'。

相应的控制信号解调器46位于传输链路22的输出端30与第二可编程增益控制放大器34'的可编程输入端35'。

这个实施例可沿传输链路22传送前馈控制信号传以控制第二信号电平改变装置34'，而图2中控制信号则直接传到装置34。控制装置42的第一和第二输出端43b和43c发出的控制信号可包括模拟或数字信号，视用于第一和第二信号电平改变装置32'和34'的增益控制放大器的构造和类型而定。控制装置42产生的两控制信号的第二者被用来控制第二增益控制放大器34'并进入控制信号调制器44，调制器44随即产生由第二控制信号调制器RE载

波。调制方式可是 FM (调频)、FSK (移频键控)、PM (调相)、PSK (移相键控)、AM (调幅)、ASK (移幅键控)、或它们的组合；这可根据具体应用的要求由本领域技术人员进行实施。所产生的这个调制 RF 第二控制信号与处理后的 RF 传送输入信号 (即由第一增益控制放大器 3 2' 进行过传送前处理的信号) 一起于发光或激光二极管调制器 (被作用链路 2 2 的一部分；但均未在图中显示) 的输入端被耦合到传输链路 2 2 中。控制信号调制器 4 4 产生的 RF 载波的频率选择通常应避免与 RI 传送信号中的所希望的系统输入信号发生干扰。

由经第一信号电平改变装置 3 2' 处理后的系统输入 RF 传送信号和调制第二控制信号组成的组合信号随后被转换成光强度调制信号并随即沿传输链路 2 2 传送；链路 2 2 可是光缆通信链路或自由空间光通信链路，或是其他属于本发明一般应用范围的传输链路 (即任何需要通过降低某处产生的交调失真效应增加动态范围的系统的传播通信线路)。

两信号都位于传输链路 2 2 的输出端 3 0 并同时由，诸如，光检测器 (在光通信链路的情况下) 转换成低电平 RF 信号。输出端 3 0 处的信号的一取样被送至控制信号解调器 4 6，在那里一内部滤波器选出所需的控制信号，因而对其作了解调。

在传输链路 2 2 和增益控制放大器 3 4' 之间设有第二前置放大器的情况下，输入控制信号解调器 4 6 的控制信号即可取自第二前置放大器的输入端，也可取自第二前置放大器的输出端。然而，若是取自第二前置放大器的输出端，该信号必须处于第二前置放大器的有效 RF 带宽之内。通常，传送的控制信号的电平相对于多数所希望的系

统输入信号是相当低的，因为 R F 控制信号不会受到多通道损伤且即使它有低输入信噪比（对于多数数字信号调制方式如 30 dB）一般也能得到适当调制。低电平控制信号确保传送信号的低交调失真，这种失真可是由控制信号本身引起的。

在解调控制信号后，若需要，控制信号解调器 46 进一步处理模拟或数字控制信号以使具有能改变增益控制放大器 34' 的设置的正确型式。

本发明的动态范围增大系统的第三实施例，如图 4 所示，类似地包括一控制信号调制器 44 和控制信号解调器 46，并以与图 2 所示的第二实施例基本相同的方式运行。这些实施例的基本不同点是在第三实施例中，象在第一实施例中一样，第一和第二信号电平改变装置是可变可编程衰减器，且设有第二前置放大器 28，地和第一实施例一样。

第一和第二信号电平改变装置采用可编程增益控制放大器，在前置放大器和可变衰减器的功能可被结合成一个积极因素的意义上是有益的。可编程 R F 增益控制放大器包含一或多个增益控制元件，如带有各种可变控制活动装置的放大器级。这种增益控制元件的一个例子是双门 FET。

图 3 的实施例的基本运行类似与图 2 和 4 的实施例。当控制装置 42 检测前置放大器 24' 输出的瞬时复合功率时，控制装置 42 产生两个用于设定增益控制放大器 32' 和 34' 的增益值的控制信号。若前置放大器 24' 的初始输出极低，并低于预定第一输入功率阈值，控制装置 42 把增益控制放大器 32' 的增益设在给定的高值并同时把增益控制放大器 34' 的增益设在给定的低值（通常接近其

控制范围的低限)。

若控制装置4 2所检测的系统R下输入信号功率只有少许增加,增益控制放大器3 2'和3 4'的增益设置将维持在原有增益值。但若控制装置4 2所检测到的R F输入功率(缓慢地)持续(由于系统R F输入功率的持续增加)到预定的第一阈值以上,控制装置4 2将根据会出现在传输链路2 2的输入端2 6的最大功率值把增益控制放大器3 2'的增益调整到低于其原有值的水平,在此情况下,输入端2 6是传输链路2 2内的光通信链路的激光或发光二极管调制器的输入端。

对系统输入端3 6处系统R F输入功率每1 dB的增加,增益控制放大器3 2'的增益设定减少1 dB。同时或几乎同时,控制装置4 2在输出端4 3 c产生一控制信号以便把增益控制放大器3 4'的增益设定在此以前的更高的值上,增益控制放大器3 4'的增益改变与增益控制放大器3 2'的改变相同。系统输入端3 6处的系统R F输入功率每增大1 dB,增益控制放大器3 4'的增益设定增大1 dB。

在增益控制放大器3 2'和3 4'同时以沿相反方向相等地改变各自的R F增益值时,系统输入端3 6和系统输出端3 8间的净系统增益保持不变。当系统输入端3 6处的系统输入功率电平上升时,传输链路2 2的输入端2 6处的R F系统功率几乎保持不变。

若控制装置4 2检测的前置放大器输入端4 0'处的功率高于第一阈值,控制装置4 2计算前置放大器2 4'的输出端4 0'处的功率超过预定阈值的量。例如,若检测到的功率高于阈值5 dB,控制装置4 2把增益控制放大器3 2'的增益降到其给定零输入功率以下

5 dB，并同时把增益控制放大器34'的增益增加到高于其给定零输入功率设定值5 dB。

在此实施例中、与第一实施例中相同，对多数应用不要求控制装置42的功率检测功能有高精度。另外，增益控制放大器的设置也不必很精确。对某些应用，检测器有2 dB精度而可编程增益控制放大器有0.5 dB的精度就足够了。

若前置放大器输出端40'处的系统RF输入功率电平持续上升并超过第二增益控制放大器34'有最大增益的点（即第二阈值），对控制装置42的编程可把增益控制放大器34'设在其调节范围的最大增益端，并同时继续在系统RF功率电平每升高1 dB时就降低增益控制放大器32'的增益1 dB。以此模式，控制装置42继续对输入功率增加进行补偿，直至增益控制放大器32'达到其最小增益设定，从而使增益控制放大器32'和34'均被设在恒定放大水平。当系统RF输入功率电平达到一第三阈值时控制放大器32'达到其最小增益设定。

这样，可见在信号电平改变装置包括增益控制放大器32'和34'而非可变衰减器32和34的情况下，仍可根据系统RF输入功率电平的第一、第二和第三阈值来控制信号电平改变装置。当输入功率电平低于第一阈值时，两个信号电平改变装置（32、34/32'、34'被设在不变衰减或增益值。当输入功率电平位于第一阈值和第二阈值之间时，第一信号电平改变装置（不论是衰减器还是放大器）被设在减小传输链路22的输入端26处的传送信号相对功率电平的状态，而第二信号电平改变装置（衰减器或放大器）被设在降低系统输出端38处的信号电平的状态。当输入功率电平介于第二

和第三阈值之间时，只有第一信号电平改变装置起作用（即改变起设置以补偿输入信号电平的变化）。当输入功率电平高于第三阈值时，各信号电平改变装置均不起作用（即影响信号电平）。

对某些应用，第二实施例的可编程增益控制放大器会要求采用有下列性能的可编程增益放大器：低A M / P M 转换、各种增益设定下有高线性、极稳定的R F增益——控制电压或控制电流特性（作为时间或温度的函数）、和/或各种增益设定下有低噪声指数。因而，具体放大器的选取会取决于具体应用所需的特性。

与包括带前馈的A G C放大器的系统相比，采用这里描述的本发明的第二实施例的串联光纤缆或自由空间光通信线路系统在受到瞬态输入驱动时不会发生失控、不希望的或振动的行为。这种涉及带前馈的串联A G C放大器的现象在Chisholm, E、W、于IEEE Transactions on Cable Television, Vol. CATV—1, No. 1, October 1976（1976年10月），第40—61页的文章“A G C / A S C 放大器和C A T V 系统应用的考虑”（“Consideration of Applications on the A G C / A S C Amplifier and C A T V Systems”）中作了描述。

图5显示了本发明的动态范围增大系统的第四实施例。在第四实施例中，与图4的系统的相同的部分用相同的标号表示。

传输链路22在其输入端26连有分别串联的前置放大器24、延时电路48a、和第一信号电平改变装置32。在传输链路22的输出端30连有分别串联的第二前置放大器28、延时电路48b、和第二信号电平改变装置34。另外，以类似于图4所示系统的方

式，第四实施例的动态范围增大系统还包括控制装置4 2、控制信号调制器4 4、和控制信号解调器4 6。控制装置4 2的第一输入端4 3 b 连到第一信号电平改变装置（衰减器）3 2的可编程输入端3 3。控制信号调制器4 4的输入端连到控制装置4 2的第二输入端4 3 c，而其输出端连到传输链路2 2的输入端2 6'。相应的控制信号解调器4 6位于传输链路2 2的输出端3 0和第二衰减器3 4的可编程输入端3 5之间。

图5所示的第四实施例的一个显著特征是设置了分别与第一信号电平改变装置3 2和第二信号电平改变装置3 4相串联的固定延时网络4 8 a和4 8 b。对瞬态反应和/或反应速度的要求相当高的应用，这些固定延时网络可补偿控制电路4 2、控制信号调制器4 4、和控制信号解调器4 6所固有的时间延迟。应注意这些延时网络（它们可包括传统的延时电路）的采用并不是必须的，并且根据具体的应用和系统使用及预期效果，来单独采用延时网络4 8 a和4 8 b中的一个或另一个来达到有益的结果。

应进一步注意到衰减器3 2和3 4最好由数字输入信号控制，且一给定衰减器的设定将无限期地保持不变至从控制装置4 2新发出的数字指令将其改变。这一特征可用于本发明的任何实施例以降低对衰减器频繁修改的要求，并显著降低对控制信号调制器4 4和控制信号解调器4 6的必要信息率和带宽要求，而这些在许多应用中都是需要的。

控制信号调制器4 4和控制信号解调器4 6的所需带宽取决于某一给定应用所可能要求的第二信号电平改变装置3 4衰减值的最大变化速率。例如，若采用数字控制信号且采取云比特（每个数字指令）

控制信号 (提供 64 个分立的衰减值, 总范围约 16 dB, 且每个衰减级为 0.25 dB), 且所希望的衰减器变化速率假定为 0.1 秒内变 16 dB, 则在不包括任何数据间接要求的情况下, 前馈控制系统必须支持每 0.1 秒 64 级或约 3,640 每秒的信息速率。

在本发明的另一方面, 设定方法提供了增大传输链路的动态范围的控制指令。在设定方法的一个实施例中, 进行了若干步骤以确定本发明的动态范围增大系统的控制装置 42 所执行的若干指令。换言之, (图 2 中所示的) 动态范围增大系统所执行的指令和/或步骤组是按照构成本发明一部分的方法确定的。

该方法可以本领域技术人员所能掌握的若干不同方式进行。例如, 控制装置 42 可设有微处理器, 该微处理器用于与存贮设定方法的步骤和实施设定方法而确定的指令的存贮器配合来执行本过程的步骤。另一方面, 可设置一带微处理器和存贮器的独立的处理装置以产生由控制装置 42 执行的设定指令。在此情况下, 该独立处理器所确定的结果 (即控制装置 42 的指令) 可以指定的形式借助连到控制装置 42 的接口手动输入, 也可提供一个系统以实现独立处理器与控制装置 42 间的自动通信。所产生的指令使动态范围增大系统的控制装置 42 的设置能“命令”动态范围增大系统以控制第一和第二信号电平改变装置 32、34 从而为给定的应用提供最好的动态范围。现在结合图 13 描述这一方法的一个具体实施例。

图 13 是显示与图 2 所示第一实施例相同的动态范围增大系统连同借助接口 104 与控制装置 42 相连的微处理器 100 和存贮器 102 的框图。应注意接口 104 可永久性地设置以提供与设在控制装置 42 中的另一微处理器间的通信; 或者, 在另一作法中, 设置一

可分离输入/输出接口可把带有能实施本发明设定方法的微处理器和存贮器的袖珍单元运到动态范围增大系统的控制装置4 2所在的远处。在此情况下,维修人员可到控制装置4 2所在的任何位置,并可适当地设置控制装置4 2的用于控制第一和第二信号电平改变装置3 2、3 4的指令以适应系统输入端接收到的输入信号类型的任何变化。

在用以执行本发明的设定方法的步骤的系统的另一种构造中,控制装置本身可包含微处理器和存贮器,该微处理器和存贮器不仅执行存贮在其内的指令,而且能根据现场的具体应用设定将要执行的指令;这些应用通常是系统输入端3 6处的输入信号所用的调制类型的函数。

在本发明的设定方法中,根据一具体实施例(具体参见图1 3),微处理器1 0 0连同存贮器1 0 2产生一数值表以形成存贮在存贮器1 0 2中的数值检索表。用于控制装置4 2的一组控制指令可由微处理器1 0 0定义为出现在系统输入端的高电平信号数目的函数或由代表高电平信号数目的近似定义。在由微机1 0 0设定后,控制装置4 2包括用以适当控制第一和第二信号电平改变装置3 2、3 4的、作为输入系统中的瞬态信号的某些特性的函数的必要指令;一种特性就是输入信号的复合功率。微机1 0 0确定的指令组告诉控制装置4 2在控制第一和第二信号电平改变装置3 2、3 4中应考虑输入瞬态信号的哪些特性,且微机1 0 0还告诉控制装置4 2如何确定这些特性。

下面将通过具体的例子来分析本发明的设定方法;该例子是非限定性的,且只是为说明确定设定控制装置4 2的指令的方法。首先,

设一可变数目的等电平输入信号 (如 2、3、4、5 和 8) 代表信号输入端 3 6 处信号的典型组合, 暗示所有其他输入信号都是不重要的 (仅在此例中)。另外, 设传输链路 2 2 中的激光二极管或发光二极管是系统的主要交调源。设光二极管的输入三级旁录为 + 27 dBm。对存在三或更多个信号的情况, 设所关注的三级交调成分是一三调成分, 因为它一般比双调成分高 6 dB。另外, 设在一时刻只有一个三调成分落入感兴趣的具体无线电信道中, 若假设一个以上的三调成分形成一其信道干扰信号, 则所导致的算法将不同。

另外, 本例中为求得控制装置 4 2 的指令所作的分析, 对有两个输入音调的双调三级成分取了 77 dB 的固定交调比, 而对有 3、4、5、或 8 个音调的三调成分取了 77 dB 的固定交调比。该分析显示, 对于 77 dB 的固定交调比, 激光或发光二极管调制器输入端 2 6 处的作为等电平输入信号数目的函数的复合电平应为:

信号数目	至二极管调制器的总输入
2	— 8 . 5 dB m
3	— 9 . 7 dB m
4	— 8 . 5 dB m
5	— 7 . 5 dB m
8	— 2 . 5 dB m

这些输入端一至一二极管调制器复合功率电平值是涉及交调三级成分的有效值, 该三级成分作为传输链路的激光二极管或发光二极管产生的交调失真的结果而产生在系统输入端 3 8 处的。

因而, 从此分析可得出结论, 即在一和 5 个等电平系统输入信号

之间，可用一直接组合（全体平均）功率测量来确定第一信号电平改变装置 3 2 和第二信号电平改变装置 3 4 的适当设定。

对于大数目的主要信号，即对多于 5 个的输入信号，在给定的应于无法承受 6 dB 误差的情况下，可能需要采用复合信号处理技术（如以下描述的采用 AC 处理器和组合装置的那种；见图 6）。

可用带输入信号组合功率值和其他根据检测信号的 AC 特性的值的检索表来确定第一和第二信号电平改变装置的瞬时衰减或增益设定。

现在结合图 6 描述本发明的动态范围增大系统的第五实施例。

与前面讨论的本发明实施例相比，可见动态范围增大系统的由前置放大器 2 4 和第一信号电平改变装置 3 2 组成的传送前部分被由前置放大器 2 4 a、取向耦合器 5 2 a、衰减器 3 2 a、前置放大器 2 4 b、和衰减器 3 2 b 组成的串联组合所取代。另外，在第五实施例中，控制装置 4 2 包括定向耦合器 5 2 a、监测装置 5 4、DC 处理器 5 6、AC 处理器 5 8、组合单元 6 0、和衰减器控制单元 6 2。另外，在传输链路 2 2 和前置放大器 2 8 间设有第二定向耦合器。

在本实施例中包括 RF 放大器和视频检测器的监测装置 5 4 的输入端 5 5 a 连到定向耦合器 5 5 a 以对前置放大器 2 4 a 所放大的信号作取样。监测装置 5 4 的输出端 5 5 b 连到 DB 处理器 5 6 和 AC 处理器 5 8 各自的输入端，这些处理器的输出端连到组合单元 6 0 的两个分别的输入端 6 1 a、6 1 b。组合单元 6 0 的输出端 6 1 c 连到衰减控制单元 6 2 的输入端 6 3 a。衰减控制单元 6 2 还包括三个输出端 6 3 b、6 3 c 和 6 3 d。输出端 6 3 b 连到衰减器 3 2 a 的

可编程输入端，输出端 6 3 c 连到衰减器 3 2 b 的可编程输入端；输出端 6 3 d 连到控制信号调制器 4 4 的输入端，调制器 4 4 的输出端连到传输链路 2 2 的控制信号输入端 2 6'。

连到前置放大器 2 4 a 输出端的定向耦合器 5 2 a 把放大的输入传送信号的取样送到监测装置 5 4，装置 5 4 随后提供具有通常大于 1 MHz 带宽及对应定向电流载波的频谱位置的视频信号。该视频信号随后由 DC 处理器 5 6 处理，并同时为 AC 处理器 5 8 以处理。DC 处理器 5 6 提供表示前置放大器 2 4 a 输出端 2 5 处的瞬态组合（全平均）RF 电平的测量信号，同时，AC 处理器 5 8 提供表示监测装置 5 4 输出端处的、于整流过程中产生的二级交调成分的测量信号。

图 6 所示实施例的一较佳输入功率阈值设定是 -45.5 dBm 。因而，对低于 -45.5 dBm 的组合输入功率电平，各可变衰减器 3 2 a、3 2 b 和 3 4 的设置将保持不变。然而，对高于 -45.5 dBm 的输入功率电平，二个信号电平改变装置（即可变衰减器 3 2 a、3 2 b、3 4）的设置将按前面结合图 2 所描述的方式改变。

AC 处理器 5 8 检测监测装置 5 4 的输出端 5 5 b 处的 AC 成分。例如，若两个各为 -48.5 dBm 且在频域中相隔 20 KHz 的信号被连到系统输入端 3 6，监测装置 5 4 的输出将包含——表示输入端 3 6 处的两输入信号的总 RF 输入功率的 DC 电平，以及频率为等于差频的 20 KHz （及 20 KHz 的谐波）的 AC 信号。若仅有一 -45.5 dBm 的信号连到系统输入端 3 6，监测装置 5 4 的输出端 5 5 b 将有表示与前面情况相同的总功率的 DC 电

平,但没有低频A C信号。

上面结合为图13所示控制装置42提供指令的设定方法分析了
对传输链路22输入端30处作为等电平输入基本信号数目的函数的
三级交调成分电平;在图6中控制装置42的功能由监控装置54、
D C处理器56、A C处理器58、组合器60、和衰减控制单元
62所取代;且该分析显示出驱动衰减器32a和32b的正确方法
是:对一到五个输入信号,传输链路22输入端30处—35。5
dBm的组合(总)功率电平(相当于传播通信线路22的输入端
26处—8。5dBm的有效输入)可在大范围的输入信号电平给出
可接受的交调性能。

当八个信号出现在系统输入端36时,驱动衰减器32a和32
b的正确方法应是:传输链路22的输入端30处—29。5dBm
的组合功率电平(对应于传输链路22输入端26处—2。5dBm
有效输入)可在大范围的输入信号电平给出可接受的交调性能。该分
析因而显示出对衰减控制单元62的最优运行,对输入端36处高于
—41。5dBm的总输入功率电平,若有证据表明出现了大量的高
电平信号,A C处理器58的作用应是稍微降低衰减器32a和32
b的衰减设定值并稍微增大衰减器34的衰减设定(在仅根据D C处
理器56的输出所建议的改变之外)。

对此应用,只有输入端36处的更高电平信号少于六个(如A C
处理器58的输出所显示的),组合器60将只用与组合输入功率电
平成比例的D C处理器56的输出来确定衰减控制单元62设定的正
确衰减器设定。

例如,A C处理器58提供正比于其输入端出现的A C电压峰值

的DC输出。AC处理器58还可包含对30KHz至10MHz视频范围内的某些频率的加权，就象AC处理器58对某些应用的预加强功能所能提供的那样。组合单元60对AC处理器58和DC处理器56的加权被设定为现成的具体应用功能。

AC和DC处理器56和58的输出随即由处理器组合器60组合，组合器60还可施加增高和下落时间常数并定标AC和DC处理器的输出。如前所提到的，可调节整个系统前馈控制功能的速度以适合具体的应用。对微蜂窝天线远程应用，前馈控制增高时间可能要有10至100毫秒；且20至200毫秒的下落时间可能是可以接受的。若增高时间过长或下落时间过短，附近的车载TDMA终端会打断微格区袖珍终端用户的呼叫，其原因是TDMA终端传送的间断性质。

组合单元60的输出61C被送到衰减控制单元62。衰减控制单元62的功能是根据由组合单元60提供给它们一控制信号的瞬态DC电平而产生用于衰减器32a、32b和34的模拟或数字控制信号。正确的控制信号是根据一种随应用而变的算法（即本发明的设定方法）而确定的；这种算法的目的是在传输链路22的输入端26保持约-8.5dBm的最大组合功率电平。前面对DC处理器56 AC处理器58和组合器60（其中组合器60的输入和组合器60的输出是DC信号）的功能的讨论并不意味着这些信号不能是模拟AC或数字信号，而只是要解释本发明的一个具体实施例。

现在将参照图13和本发明的设定方法以及图6和图6所示的本发明的第五实施例来更详细地描述本发明的这两个实施例的具体运行。

关于设定方法和图 1 3, 用于设定指令的检索表的最简单的形式包括两列, 一列列出“功率”值而另一列列出“衰减或增益”值。即根据传送信号的测量功率, 以表的形式指出各可变信号电平改变装置的具体衰减或增益值。以此方法, 不用设置 A C 处理器, 因而降低了造价和复杂性。为各信号电平改变装置设定的衰减或增益值仅取决于一个信息, 即 D C 处理器提供的输入信号功率电平。

当设有 A C 和 D C 处理器二者以实现信号电平改变装置所希望的设定 (如图 6 的实施例所示的) 时, 组合单元 (或处理器) 6 0 可设有带排成三或更多列的多个变量的检索表, 在其中各信号电平改变装置的衰减或增益值将取决于两或多个独立的信息。这些独立的信息由 A C 和 D C 处理器分别提供。根据应用, A C 处理器 5 8 可产生几个独立的信息, 且各衰减器或增益控制放大器的设定值将取决于所有能得到的信息, 即设定将取决于 D C 处理器 5 6 确定的 R M S 输入功率电平及任何由 A C 处理器 5 8 提供的信息。

参见图 6, 监控装置 5 4 在系统输入端对传送信号作取样并对传送信号作整流。产生出具有 A C 和 D C 成分的宽带视频信号。最简单的 D C 处理器 5 6 包括带有适当衰减的固定低通滤波器。

A C 处理器可如图 6 a 所示地实现。图 6 a 显示了连到组合装置 6 0 的输入端的多道频谱分析器 5 9。监测装置 5 4 拥有复制的系统输入信号。并产生低频 A C 差频成分 (在频域中), 该差频成分随后被馈入 A C 处理器 5 8。采用一种低成本的实施方法, 该 A C 处理器能在一定有限数的 (三个) 的范围内测量监测装置 5 4 输出的低频信号的能量电平。这些单独的功率电平的每一个, 连同 D C 处理器 5 6 确定的测量平均 (R M S) 输入功率, 均由组合单元 6 0 监测; 组合

单元60根据所有这些值来计算本发明的第一和第二信号电平改变装置所应设定的正确衰减或增益水平。

因而，可见组合装置60吸收所有送给它的信息输入并形成输出信号；这些输出信号被送到控制单元62以控制第一和第二信号改变装置各自的设定。

根据具体的实施，组合装置60包括微处理器和存贮器，其中存贮有多个有一定值的变量。这些存贮在存贮器中的变量可构成两个不同的检索表，表1和表2。表1包括与AC处理器58有关的信息，而表2提供与DC处理器56有关的信息。具体地，表2有两列，一列代表以方均根(RMS)功率值表示的输入功率电平，另一列表示第一和第二信号电平改变装置各自输出端处的所希望的信号电平(可能换成衰减或放大值)。在此，对图6所示的实施例，第二列的每一行将给出三个信号电平值，包括用于衰减器32a的第一信号电平值、用于衰减器32b的第二信号电平值，和用于衰减器34的第三信号电平值。为解释的目的可把表1简化如下：

B 1	B 2	B 3	
0	0	0	$\delta_1 = 0$
5	5	5	$\delta_2 = \text{小量 (如 3 dB)}$
10	10	10	$\delta_3 = \text{大量 (如 6 dB)}$

在此表中，给出了三个带B1、B2和B3各自的三个不同能量电平。这三个频带的位置可是，例如，频带B1为10 KHz至100 KHz，频带B2为100 KHz至1 MHz，频带B3为1 MHz

至 10 MHz。如前所述，当系统输入端 36 处有多于 5 个的高电平输入信号时，最好比系统输入端 36 有 5 或更少个高电平输入信号时稍微增加通过传输链路 22 的传送信号幅度。因而，由 AC 处理器 58 分离的频带 B1、B2 和 B3 代表了对系统输入端 36 处出现的高电平输入信号数目的近似。

第一和第二信号电平改变装置各自的设定可表示如下：

$$S_{1DC} + \delta$$

$$S_{2DC} - \delta,$$

其中 $S_{1DC} + \delta$ 代表第一信号电平改变装置输出端处出现的所希望信号电平，而 $S_{2DC} - \delta$ 代表第二信号电平改变装置输出端处出现的所希望信号电平。 S_{1DC} 代表组合器 60 确定的第一信号电平改变装置输出端处出现的所希望信号电平，它只是 DC 处理器 56 所计算的 RMS 输入功率电平的函数；而 S_{2DC} 代表第二信号电平改变装置输出端处出现的所希望信号电平，它也只是 DC 处理器 56 计算的 RMS 输入功率电平的函数， δ 代表 AC 处理器 58 的输出造成的信号电平分量或改变。

表 1 用于根据 AC 处理器 58 近似确定的系统输入端 36 处的高电平信号数目来确定各 δ 值。表 2 确定与 DC 处理器 56 确定的一定 RMS 值相关的 S_{1DC} 和 S_{2DC} 值。如上面的表 1 所示的，若在带 B1、B2 和 B3 中均未检测到低频 AC 成分，则 δ 将取等于零的值 δ_1 。然而，若在带 B1、B2 和 B3 的每一个中均检测到五个单位的中等能量电平， δ 将取等于一小量（如 3 dB）的值 δ_2 。另一方面，若在频带 B1、B2 和 B3 中存在幅度用 10 表示的高电平信

号, δ 将取其最大值 (如 6 dB) δ_3 。

上面所示的表 1 可包括对应于各频带中的多种可能的能量电平组合的大量的 δ 值 ($\delta_1 \dots S_n$)。

相应地, 当信号输入端 36 处的高电平信号数小于预定数时, δ 将被组合器 60 设为 $\delta_1 = 0$, 且 AC 处理器 58 的输出将基本上不影响对两个信号电平改变装置的控制。然而, 若多个预定数目的高电平信号出现在输入端 36, 带 B1、B2 和 B3 将会有较高的能量电平, 且组合器 60 将为 δ 取一定的值 δ_R , δ_K 将被加到第一信号电平改变装置输出的信号电平上并从第二信号电平改变装置输出的信号电平中减掉。

图 14 描述了图 6 所示的第五实施例的另一具体型式, 它带有与 Fye, D. M. 在“蜂窝无线电应用的光纤天线远程通信链路设计”(在前面引用过)中所讨论的 GTE 所用的元件类似的若干具体元件。本发明的第五实施例的这一型式通过分析其三级交调和噪声指数特性显示了本发明的增大总动态范围能力。

请注意可用于第五实施例的这一型式的 RF 放大器和衰减器装置是由 Janel 实验室制造的。它们包括:

前置放大器 24a 和 28: PF845B, 噪声系数 1.4 dB 增益 16 dB , 输出三级旁录 $+36 \text{ dBm}$ 。

衰减器 32a、32b 和 34: AT883, 2 dB 衰减时输入三级旁录 $+60 \text{ dBm}$, 10 dB 衰减时输入三级旁录 $+55 \text{ dBm}$ 。

前置放大器 24b: PA3101, 噪声系数 12 dB , 增益 30 dB , 输入三级旁录 $+48 \text{ dBm}$ (设该单元覆盖 $900-920 \text{ MHz}$; 对覆盖 821 至 851 MHz 的单元这些指标同样适用)。

带有激光二极管、光缆和连接器以及光检测器的传输链路 2 2 : 采用与 F y e , D . M . 发表的题为 “ Design of Fiber Optic Antenna Remoting Links For Cellular Radio Applications ” 文章所说明并由 G T E 所提供的相同的特性 (G T E 采用的激光二极管是 Mitsubishi F U 4 5 S D F — 3) 。

当然, 本发明并不仅限于这些在此仅作为例子的具体元件。

图 1 5 显示了图 1 4 所示的本发明具体型式的一预定运行, 其中在系统输入端 3 6 提供有各为 -48.5 dBm 的第一对输入信号。此实施例的预定系统输入功率阈值为 -45.5 dBm , 等于各为 -48.5 dBm 的两个信号的总功率。若把各为 -48.5 dBm 的两个输入信号连到前置放大器 2 4 a 的输入端 3 6, 衰减控制单元 6 2 将把衰减器 3 2 a 设在 2 dB 衰减且把衰减器 3 2 b 设在 7 dB 衰减。

如图 1 6 所示, 可就第二对输入信号电平进一步地分析本发明这一具体型式的预定运行。若把各为 -35 dBm 的两个信号连到前置放大器 2 4 a 的输入端 3 6, 衰减控制单元 6 2 将自动把衰减器 3 2 a 设在 8 dB 衰减并把衰减器 3 2 b 设在 14.5 dB 衰减。这些设置将保证衰减器 3 2 b 输出的信号电平在两个例子 (即图 1 5 和 1 6 中所示的例子) 中均为每信号 -11.5 dBm 。对图 1 6 情况中的 13.5 dB 更高电平输入信号, 衰减器 3 2 a 和 3 2 b 的总衰减改变为 13.5 dB 。当各低于 -48.5 dBm 的输入信号被连到系统输入端 3 6 时, 衰减控制单元 6 2 将把衰减器 3 2 a 和 3 2 b 设在与图 1 5 所示的每信号 -48.5 dBm 情况下相同的设置。

如前所述, 衰减器设定是为在前置放大器 2 4 a 的输入端 3 6 上加有高电平信号时避免传输链路 2 2 的激光或发光二极管的过份驱动从而抑制三级交调成分, 借助如图 1 4 所示的本发明的前馈衰减控制功能, 总动态范围将比前面例子中采用固定增益前置放大器的天线远程系统大大增加。

图 1 4 所示的装置还通过采用前馈控制下远端的增益补偿来维持通信链路全线 (即从系统输入端 3 6 至系统输出端 3 8) 的固定增益。衰减控制单元 6 2 提供用于控制衰减器 3 4 的模拟或数字控制信号。衰减器 3 4 的 RF 输出, 即系统输出端 3 8 处的系统 RF 输出, 被送至蜂窝通信系统的接收多路耦合器。

现在结合下面的例子描述衰减器 3 4, 即位于传输链路 2 2 的传送后一侧的衰减器, 的运行。再次考虑图 1 8 的情况, 其中输入信号由两个各为 -48.5 dBm 的低电平信号组成, 衰减器 3 4 被设在 16 dB 衰减。对图 1 6 所示的情况, 输入信号各为 -35 dBm , 即增大了 13.5 dB , 而衰减器 3 2 a 和 3 2 b 的设定总共也增大了 13.5 dB 。因而, 为保证全链路上净增益改变为零, 衰减控制单元 6 2 同时产生一用于控制衰减器 3 4 的信号, 从而将其衰减水平降低 13.5 dB 而至 -2.5 dB 。

采用由前馈控制系统控制的三个衰减器和三个前置放大器的结果在于, 虽然 G T E 描述的系统中采用于固定增益放大器的天线远程通信链路有 77 dB 的可用输入信号范围, 这里采用所述的前馈控制通信线路的本发明实例有大于 90 dB 的可用系统输入信号范围。另外, 对 G T E 天线远程系统, 在有两个各为 -35 dBm 的输入信号时, 输出的三级交调成分仅比基本信号低 50 dB 。对于这里所述的系统,

在有两个各为 -35 dBm 的信号输入时，输出的双调三级交调成分比基本信号低 75.5 dB ，对图14所示的实施例所取的元件特性和衰减设定有 25.5 dB 的三级交调失真比改善。

图17显示了图14的本发明实施例在另一输入电平时的情况。在此情况中，系统输入端36上连有输入电平高于 -35 dBm 的两个输入信号。在此情况下，这里所述的本发明的运行类似于AGC放大器方法，因为在极高输入电平时总通信链路增益被降到 10 dB 以下。在此例中，对各为 -31 dBm 的两个系统输入信号，总增益降至 6.5 dB 。更有意义的是，由此而产生的交调成分相对基本信号并未显著地增加。例如，对各为 -31 dBm 的两个系统输入信号，如图17所示，双调三级交调成分将比基本信号低 74 dB ，而输出信噪比在 30 KHz 的带宽内为 77 dB 。

这里所述的本发明因而显著地改善了远程天线单元的耐用性及信号处理能力。应注意对图15—17的分析显示前置放大器24a和28的输出三级旁录 (intercept) 比这一应用通常所要求的高 $10—15\text{ dB}$ ；因此，可采用更便宜的单元。本说明书中所包括的具体电平、衰减器设定、和元件特性只是为显示本发明的各种实施例及其较试图提供天线远程功能的其他装置更为优越的性能。因而，也可采用其他的电平、设定和特性。

图7中显示了本发明的第六实施例，并详细描述了用于沿传输链路22传送衰减器34的设定值的更具体的结构。换言之，本发明的第六实施例显示了用于为衰减器34提供控制信号并便利其他维持通信、遥控及警报功能的系统。衰减控制单元62的输出可是模拟或数字信号并包含有关衰减器34的所需瞬态设定的信息。在第六实施例

中，以相同标号表示的元件均与图6中所示第五实施例的相同。图7所示第六实施例还包括控制接口41a和41b、自测衰减器66和RF振荡器64。衰减控制单元62的输出端连到控制信号调制器44，而控制信号调制器44可是FM/FSK（调频/移频键控）、PM/PSK（调相/移相键控）或AM/ASK（调幅/移幅键控）控制信号调制器；且控制信号调制器44的输出端连到RF振荡器64。RF振荡器64经自测衰减器66连到定向耦合器52c；衰减器66设在衰减器66与振荡器64之间。

根据本实施例，控制信号调制器44可由其输出端与之相连的TDM（时分复用）或FDM（频分复用）控制接口41a馈入信号。TDM或FDM控制接口41a允许其他所需的遥控或警报功能沿传输链路22传送。例如，可通过沿通信链路从蜂窝地段把音频或数据信号传至远程天线单元来实现用于维护目的的服务信道，如下所述。

RF振荡器64的频率的选择要与传输链路22的另一端的相关控制信号解调器46相匹配。所选的频率可稍微脱离于系统输入端36输入的传送信号的感兴趣的正常所希望信号频带。另一种RF振荡器64的可能实施是采用诸如10.7MHz或21.4MHz的标准IF（中频）频率作RF振荡器输出频率。具体频率的选取还应保证不会有显著交调成分（由于控制信号与接收的传送后信号的结合）落在感兴趣的频带内并干扰所希望的信号。根据用于所需控制速度的所要求信息检测带宽和控制信号解调器46的所要求载波——噪声比，控制信号的电平相对于正常接收RF信号可以很低。RF振荡器64的输出随后在需要自测（即动态范围测试）功能时经过一可变衰减器并经一第二定向耦合器52c而被馈入传输链路22的输入端。

在传输链路 2 2 的远 (即传送后) 端, 控制信号可经定向耦合器 5 2 b 在前置放大器 2 8 之前于传输链路输出端 3 0 拾取, 或经第四定向耦合器 (未显示) 于前置放大器 2 8 之后拾取。用于衰减器 3 4 的 R F 控制信号随后连到控制信号解调器 4 6, 并由随后设定衰减器 3 4 的衰减电平 of 衰减处理器进一步处理控制信息。可把控制信号解调器 4 6 的一辅助输出端 4 7 连到非必要的 T D M 或 F D M 接口单元 4 1 b 以再现可能沿控制接口 4 1 a 送来的警报和服务信道信息。

对微蜂窝天线远程应用, 不需要专门的延迟补偿来避免产生不希望的系统输出瞬变。对要求很高的应用, 可采用与衰减器 3 2 a 的输入端并联的固定延时元件及与衰减器 3 4 的输入端并联的另一延时元件来确保由监控装置 5 4 及控制装置的其余部分产生的延迟连同控制信号解调器 4 6 造成的延迟将在系统输出端 3 8 处提供所希望的瞬态响应。在实现高速控制功能的情况下, 被衰减器 3 2 a 和 3 2 b 所压缩的 A M 将由衰减器 3 4 补偿为并恢复成所希望的系统信号电平。

如图 7 所示的第六实施例的系统控制和自测能力还可提供给图 8 所示的第七实施例远程天线传输链路。由于在蜂窝地段处一般有高电平传送信号, 与前述的远程接收通信链路不同, 一般不需要三级放大。因此, 在图 8 的第七实施例中只设有两个可变衰减器 3 2 和 3 4。第七实施例的动态范围增大系统为可能过分驱动位于格区点的传输链路 2 2 的激光或发光二极管的高电平信号提供了一种防护措施; 该信号会被用于单元传送功能的远程天线。应注意, 除在传输链路 2 2 的传送前一侧只有单个衰减器 3 2 以外, 图 8 的第七实施例的系统结构与图 7 的第六实施例的基本相同。

为蜂窝地段至微蜂窝方向修正采用前馈控制系统的其他好处包括

提供了系统控制、自测和服务信道能力。在采用频带外 R F 振荡器频率的情况下，必须设有一有足够衰减的 R F 滤波器以保证微蜂窝天线不辐射显著的 R F 控制信号而产生对其它系统的干扰或超过 F C C 乱真辐射极限。

由于这里描述的本发明结构和提供光编码相关衰减控制信号连同处理的 R F 传送信号的传送的特征，可采用一个以上的光接收器实际位置，从而提供单至多点分布。在此情况下，各光接收器将包括处理输入信号所需的功能，包括光检测器、光传送前置放大器、传送后衰减器和控制信号调制器。

参见图 8，系统输出 38 被馈至带通滤波器 90 和远程传送功率放大器 92。根据本发明的另一实施例，控制信号解调器 46 可通过一第二输出端 88 把一额外的模拟或数字输出信号提供给远程传送功率放大器 92 的偏压控制接口 94。更具体地，控制信号解调器 46 可设有两种类型之一的偏压控制单元 86：提供正比于系统输入信号电平的输出信号的第一类型，或者，提供表示系统输入信号电平是否高或低于一定预定阈值的输出信号的第二类型。

在第一类型中，偏压控制单元 86 可只对衰减设定信号作数字运算，从而使输出信号通过与系统 R F 输入信号成比例地改变偏压控制接口处的信号来增加远程传送功率放大器电流和/或电压。在第二类型中，偏压控制单元 86 可只确定衰减器设定信号是否高或低于一定的预定值并相应地把高或低值信号送至偏压控制接口，从而把远程传送功率放大器电流和/或电压设在高或低值。

这种偏压控制功率放大器一般在整个偏压控制范围内维持基本固定的 R F 增益，但放大器线性在高 A C 或 D C 功率消耗值处改善显

著。因而，这一额外实施例在信号电平低时减小功率放大器的功率消耗，并在总输入信号电平增大以提供高 D C 或 A C 功率消耗处的高线性度时通过改变其偏压来增大功率放大器的功率消耗。

这一另外的实施例的优点是它利用已存在于控制信号解调器 4 6 中的、以传输链路另一端处进行的测量为基础的信息来降低远程传送功率放大器的功率损耗，直到真正要求高线性度的时刻。当信号电平高时，通过偏压控制接口增强线性度，从而造成远程传送功率放大器 9 2 的功率消耗的增加。当系统输入信号电平下降时，功率消耗将下降。

根据本发明的另一实施例，控制信号解调器 4 6 还可测量输入控制信号的长期平均电平并设定第二信号电平改变装置以补偿会影响沿传输链路 2 2 传送的所有 R F 信号的光损耗变化。例如，当由于过度光衰减或低光返损耗造成输入控制信号电平过低时，可稍微增大第二信号电平改变装置的输出以补偿所产生的低 R F 信号电平。这一额外实施例的优点是采用了已存在于控制解调器 4 6 中的能力并以低附加成本加进了简单的控制信号长期平均电平测定功能，从而大大改进了总的系统性能。

在图 9—1 1 中显示了本发明的第八实施例，其中可同时给合两个或多个动态范围增大子系统以在两个或多个（即不同的）R F 或微波频带内提供改善的动态范围。为便于说明，在图 9 中仅出示了两个这种增大器。图 1 0 和 1 1 分别显示了图 9 系统中所用的传送前和传送后处理器。

在该构造中，设有多个（如两个）传送前处理器 6 8 a、6 8 b 和多个（如两个）传送后处理器 7 0 a、7 0 b。传送前处理器

68 a、68 b 的 R F 传送信号输出端 74 a、74 b 分别连到 R F 带通滤波器 72 a、72 b。传送前处理器 68 a、68 b 的控制信号输出端 75 a、75 b 均连到 R F 组合器 76 的输入端。各 R F 滤波器 72 a、72 b 的输出端均连到 R F 组合器 76。R F 组合器 76 连到传输链路 22 的输入端 26。

类似地，R F 分离器 78 连到传输链路 22 的输出端 30。相应 R F 滤波器 72 a、72 b 连到 R F 分离器 78 并且其输出端连到传送后处理器 70 a 和 70 b 的 R F 传送信号输入端 80 a、80 b。另外，R F 分离器 78 的多个分离输出端连到传送后处理器 70 a、70 b 的各控制信号输入端 81 a、81 b。

带电——光元件的 R F 传输链路的一关键特性是其宽 R F 带宽。由于目前所能得到的激光二极管调制器和光二极管检测器的 R F 带宽一般超过了 GHz，若动态范围足够的话，可沿单根光通信链路同时传送感兴趣的多个无线电频带。

在该实施例中，图 10 中所示的、在前述实施例中位于传输链路之前的两个或更多个传送前处理器可结合成如图 9 所示的传输链路组合输入端。

类似于前述实施例，并如图 10 所示，传送前处理器包括前置放大器 24、增益控制放大器 32'、控制装置 42 和控制信号调制器 44'。控制装置 42 的输入端连到前置放大器 24 的输出端 25。另外，控制装置 42 的、一输出端连到增益控制放大器 32' 的控制输入端 33'，且控制装置 42 的一第二输出端连到控制信号调制器 44；调制器 44 调制控制装置 42 产生的控制信号以便沿传输链路 22 传送。

在传输链路 2 2 的远距传送后侧，分别采用了如图 1 1 所示的、等量的传送后处理器以及用于各频带的适当滤波器，以获得所需 R F 信号电平。如图 1 1 所示，在各个传送后处理器中设有增益控制放大器 3 4 ' 和控制信号解调器 4 6。R F 传送信号输入端 8 0 连到增益控制放大器 3 4 '，控制信号输入端 8 1 连到控制信号解调器 4 6 的一输入端，调制器 4 6 的输出端连到增益控制放大器 3 4 ' 的控制输入端 3 5 '。

本实施例与前述实施例的主要不同在于采用 R F 或微波滤波器和 R F 信号组合分离网络在传输链路 2 2 的两端提供独立但同时的处理能力，而各频带由分别而独立运行的动态范围增大器处理。例如，若一频带出现有极高电平信号而同时另一频带则没有，就希望在一频带的高电平信号到达激光或发光二极管调制器之前对其作衰减，而对另一频带中的低电平信号则不作衰减。

对每一独立的传送前处理器可能都要求一个控制信号调制器，并由独立的装置把控制信号信息传到光通信链路的远端，从而能独立地控制各独立的传送后处理器，进而改善通信链路的动态范围性能。

本实施例中说明的独立频带系统也可用于这里所述的其他实施例，以提供同样的好处。

可以多种可能的方式提供沿传输链路 2 2 传送所要求的多个模拟和/或数字控制信号的能力。三种突出但非限定性的例子是：

1) 可提供多个频分复用载波，每个均由控制信息分别调制，在光通信链路的远端采用独立的解调器（每个控制载波用一个频分复用【 F D M 】解调器），如图 9 所示。

2) 或者, 可提供带独立的控制信号副载波 (各独立频带的控制信息就调制在其上) 的单个 R F 载波, 在光通信链路的远端有一个 R F 解调器, 并有助于各控制信号的独立副载波解调器。

3) 或者, 可提供单个的 R F 载波 (其上时分复用有助于各不同频带的控制信息), 在光通信链路的远端有单个的 R F 解调器及在远端提供所需控制信号的时分信减器 (T D M)。

由于与处理控制信号有关的延时对所有频带并不相同, 每一前一光处理器和后一光处理器可设有单独的装置以提供适当延时平衡, 以对每一频带获得所需的瞬态响应。这种装置包括本发明的前述实施例中描述的延时网络。

现在结合图 1 2 描述第九实施例。在此实施例中, 与图 3 中的第二实施例类似, 设有前置放大器 2 4、增益控制放大器 3 2'、传播通信线路 2 2、增益控制放大器 3 4'、控制装置 4 2、控制信号调制器 4 4 和控制信号解调器 4 6。但此外还设有 R F 下频转换器 8 2 和 R F 上频转换器 8 4。R F 下频转换器 (以下称 R F 下转换器) 8 2 连到前置放大器 2 4' 的输入端, 而 R F 上频转换器 (以下称 R F 上转换器) 8 4 连到增益控制放大器 3 4' 的输出端。

在此实施例中, 下转换器 8 2 用在传播通信线路 2 2 的远程天线传送前端以将 R F 信号于沿传输链路 2 2 传送之前转换到较低的频率, 而上转换器 8 4 可用在传输链路 2 2 的传送后端。频率转换系统 8 2、8 4 相对本发明前述元件的实际位置取决于系统的具体应用。例如, 下转换器 8 2 可位于前置放大器 2 4' 和增益控制放大器 3 2' 的传送前处理之前, 而位于传输链路 2 2 的传送后端的上转换器 8 4

可连到增益控制放大器 34' 的后光处理之后。

对在带激光二极管的传送系统中采用这类附加频率转换器的优点的理解在于高调制电平下激光二极管的频率无关非线性和低调制电平下激光二极管的频率相关线性。

根据已公开的结果，在非线性由 A M / P M 主导的低电平调制电平，通过采用低 R F 频率于光通信链路，可把激光二极管线性改善多达 40 d B / 十倍频率。对这种应用，可望获得相当大的性能改进。在激光二极管非线性由 A M / A M 主导的高调制电平，采用一个或多个频率转换器只会获得很小的性能改进，如本实施例所示。

对包括发光二极管的传输链路（光学 L E D 系统），系统的频率响应及成本一般低于激光二极管系统，因而在前述发明中的一或多个频率转换器得以组合的某些 L E D 系统应用中可得到成本上的好处，如本发明的第九实施例中的情况。

对所有类型的远程 R F 系统，应考虑有关的成本和性能，因为附加非线性、相噪声及一个或多个频率转换器的成本都要考虑。对某些应用，采用本实施例因而可能是不上算的。

由于采用了第二电平改变装置，相对于传统方法，本发明在低系统输入电平有较低的输出随机噪声电平，这更便于把传输链路的输出结合于用于同时联播应用的网络和采用星式结构的网络（例如，与在输入光调制器前采用 A G C 放大器的先有技术装置相比）。在采用空间、极化和角分集式天线的场合，分集式天线应用可改善可靠性可通信量，且两个或多个远程天线的处理输出可相干或非相干地结合（采用本专业人员已知的各种方法）。这使得可以采用单个光缆链路从一个以上天线至蜂窝地段传送或接收信号，以在所希望的覆盖区改善可

靠性和通信量。

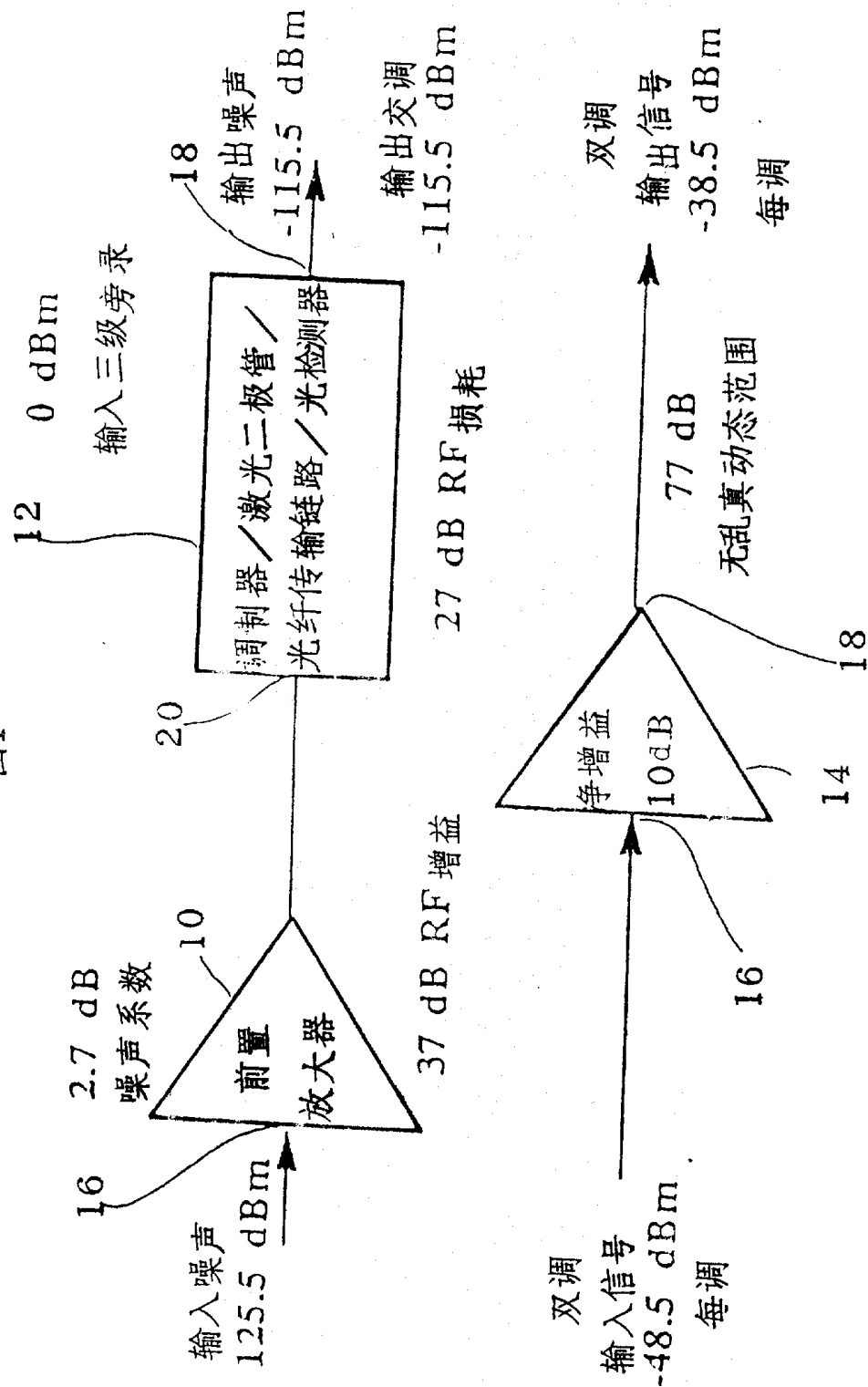
在光调制之前采用 A G C 或限制放大器的传统装置可能比采用固定增益方法造成袖珍终端处更频繁的传送功率改变，因为它大大增加了 R F 传播环境产生的信号电平改变量，这增加了对连接蜂窝地段的开关和通信链路的要求。若来自附近用户终端的高电平信号对所需低电平信号造成系统输出电平降低，最终导致系统要求远处终端将其传送功率至维持正常通信以上的程度，其结果是增加的系统内（蜂窝间）干扰。在光通信链路的多个输出非相干结合（而且某些输出因较高的终端传送功率而增加，而其他的则没有）的场合，将会比在其他情况下产生更多数量的系统传送功率改变指令和干扰。

本发明的更大可用输入范围使得可以采用不需要反向信道传送功率控制而是采用固定发射功率的袖珍可移动终端的蜂窝和微蜂窝系统。这类系统在许多应用中比采用功率控制的系统更为经济。本发明的系统还可与增强器或蜂窝地段增强系统联合使用。

虽然对本发明的描述是通过其最佳实施例进行的，应理解的是这里所用的措词都是描述性的而非限定性的。在所附权利要求书的范围内，在不脱离本发明的范围和精神的前提下，是可以做各种变化的。虽然在此结合特定的方法、材料和实施例描述了本发明，应理解的是本发明不限于这里公开的特殊情况，且本发明包括所附权利要求书范围内的所有等价的结构、方法和使用。例如，这里结合各实施例所述的任何信号电平改变装置可以是可变衰减器或可变增益放大器或包括一或二者的任何组合。另外，公开的各系统元件的控制信号和输出信号即可是模拟也可是数字形式的；而且动态范围增大系统可不包括其

系统输入端处的前置放大器（如前置放大器 2 4）或可不包括位于/第二电平改变装置处的前置放大器（如前置放大器 2 8）。

图1



现有技术

图 2

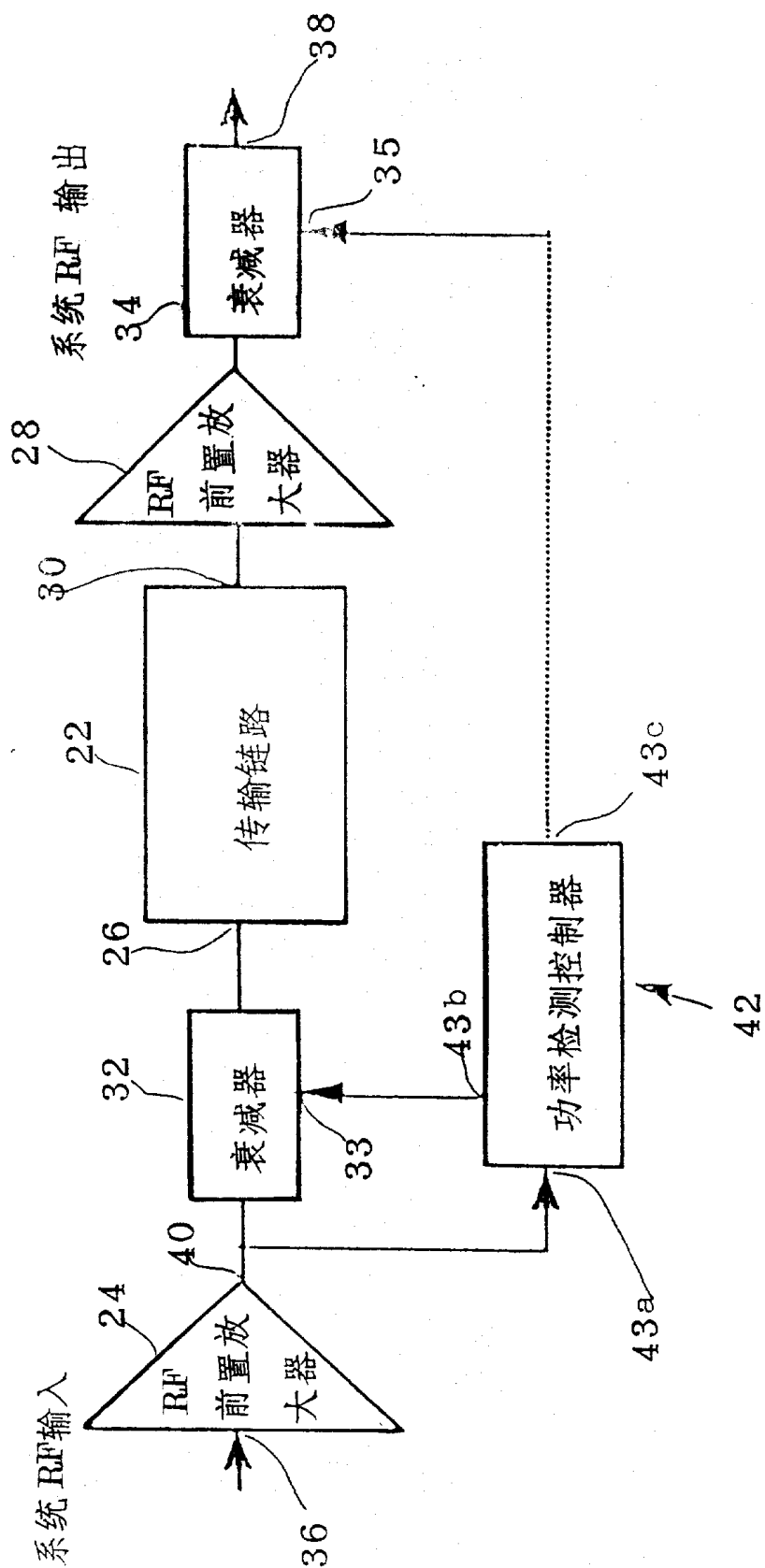


图 3

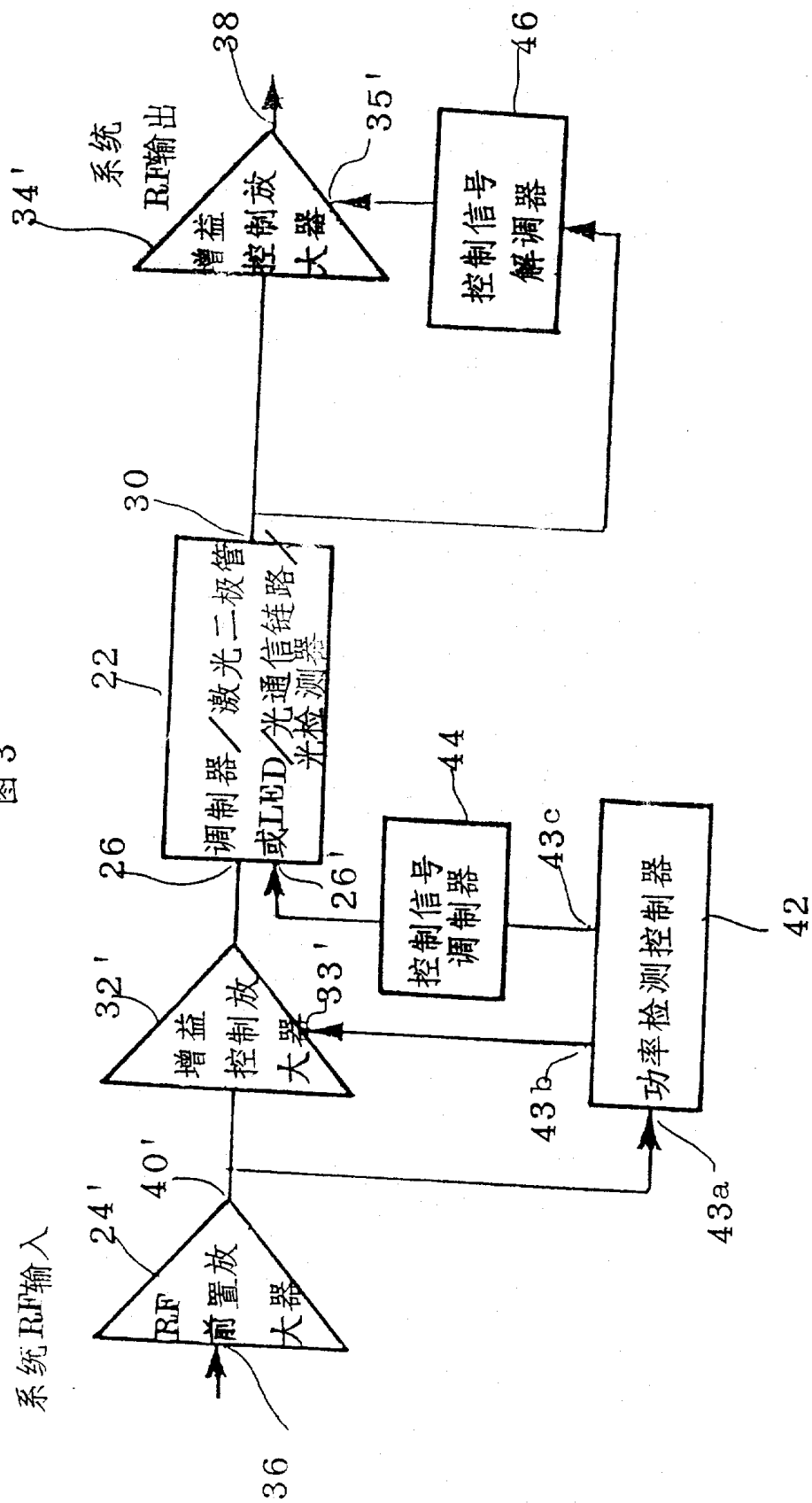


图 4

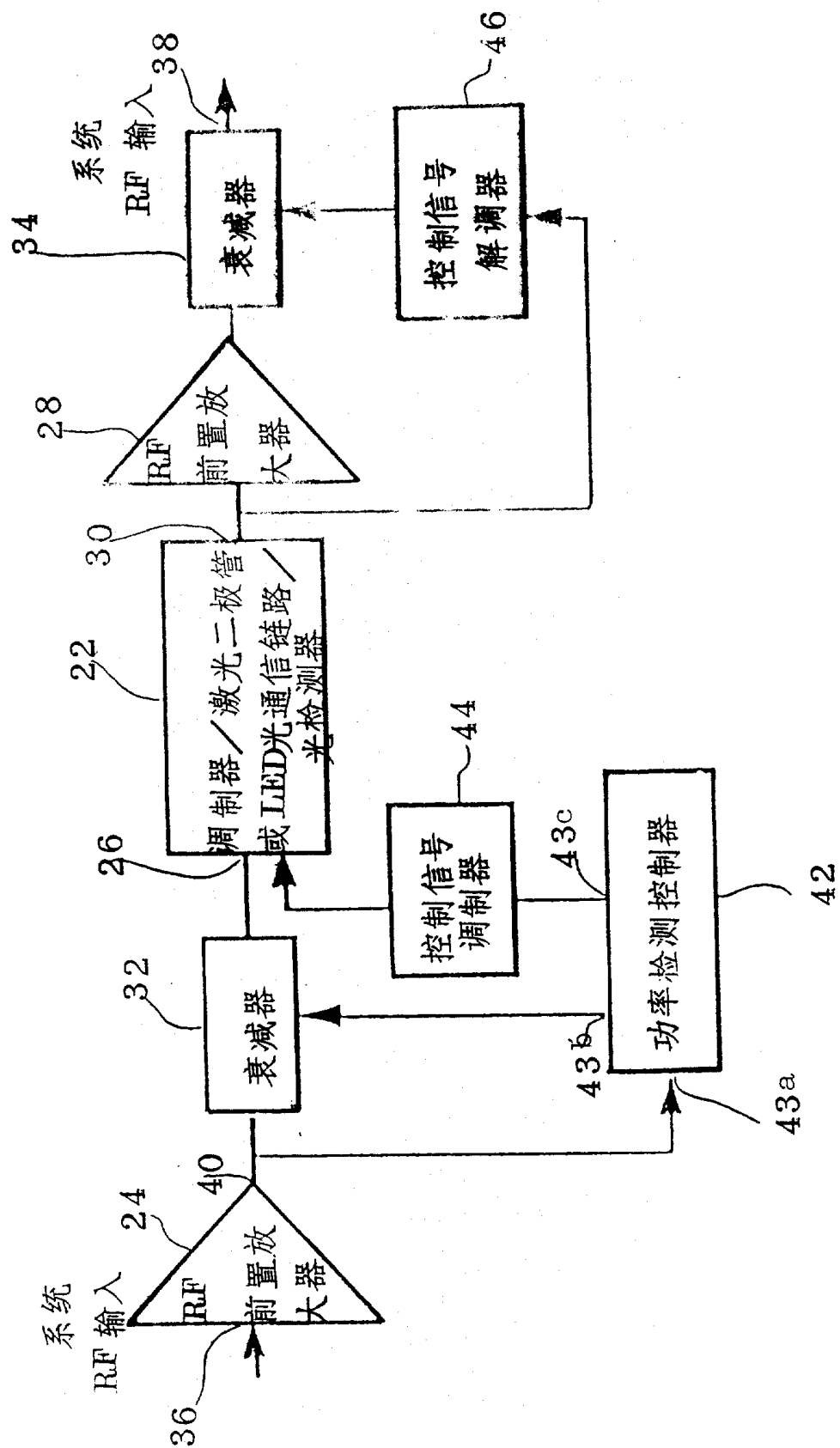


图 5

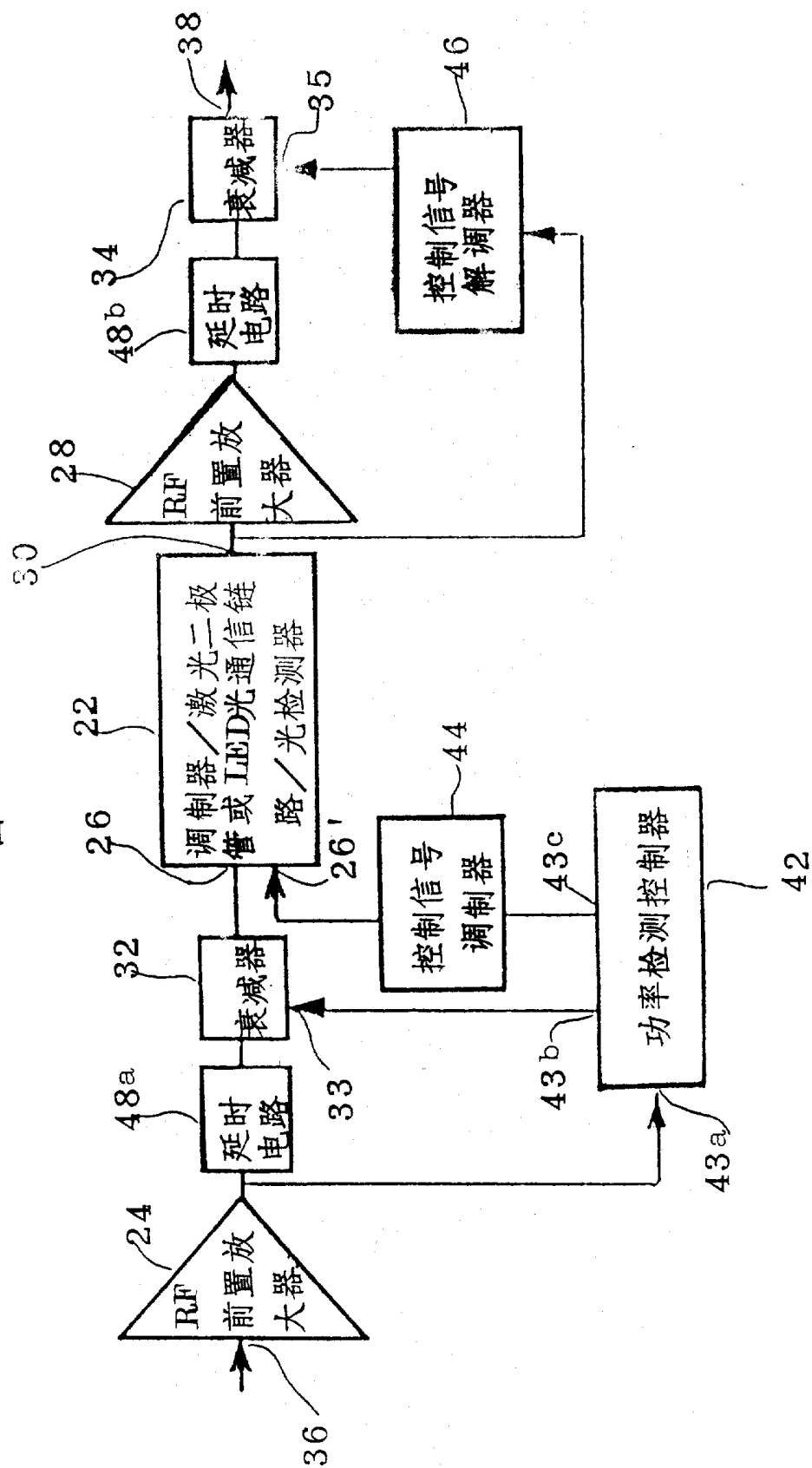


图 6

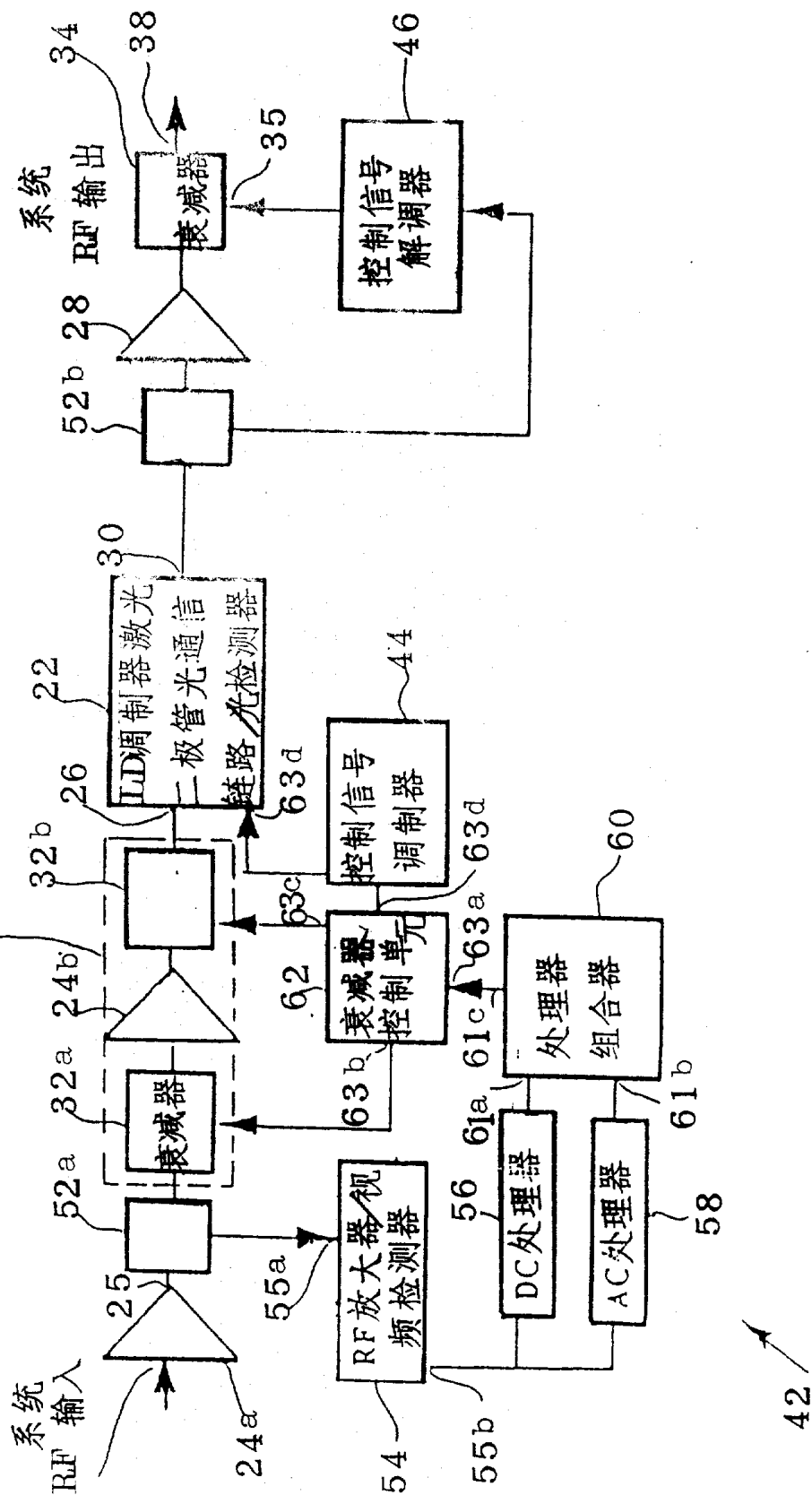


图 6 a

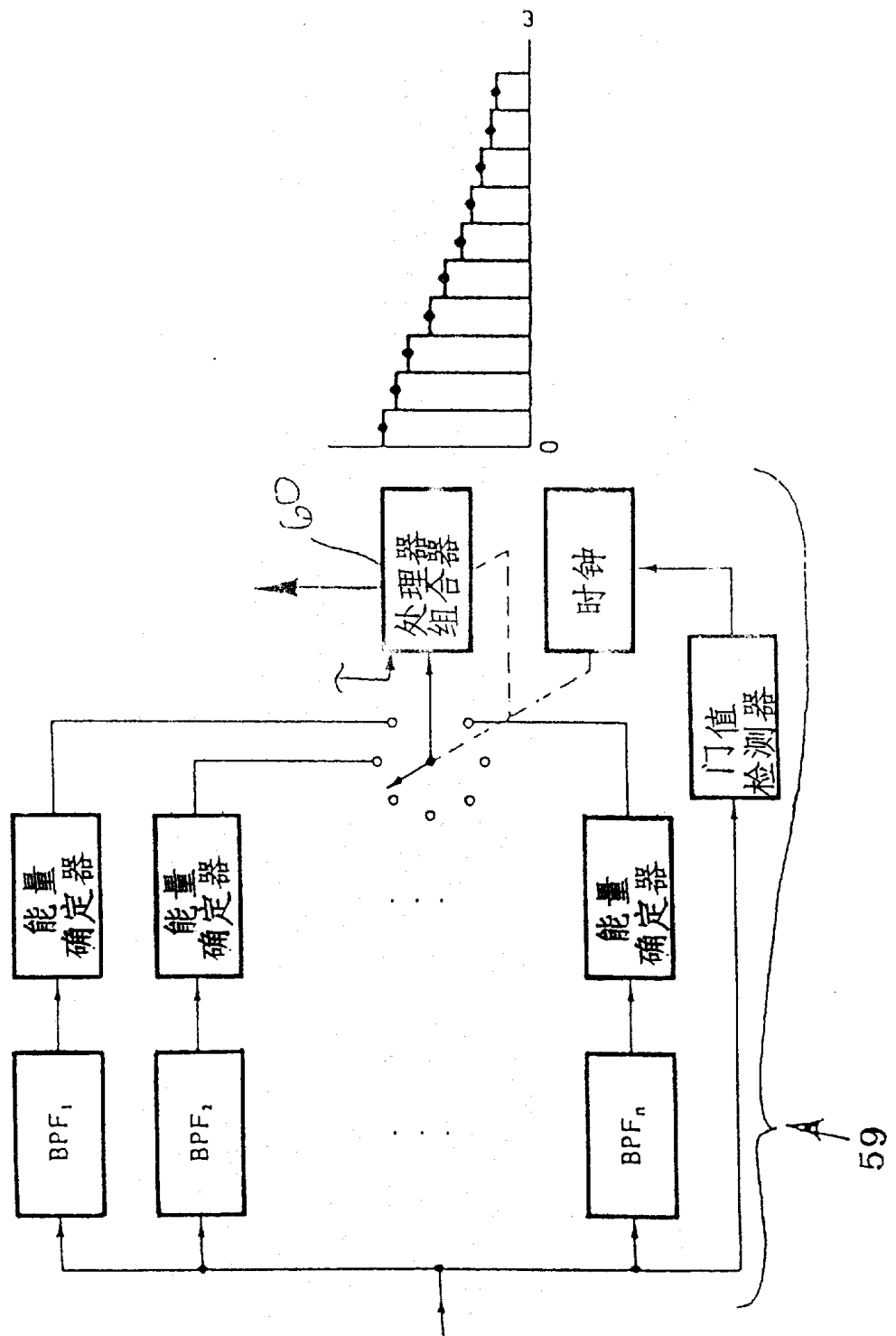


图 7

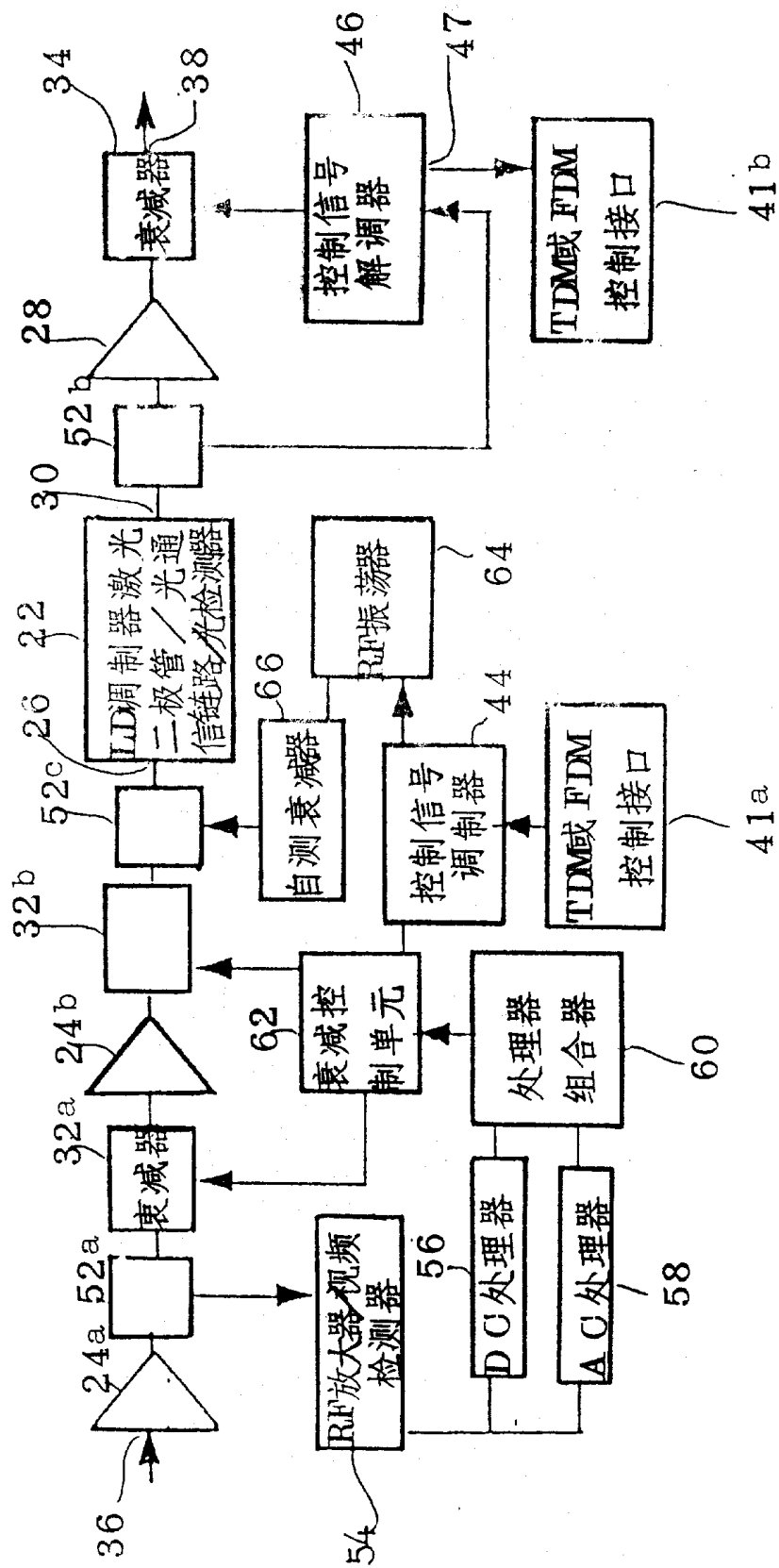
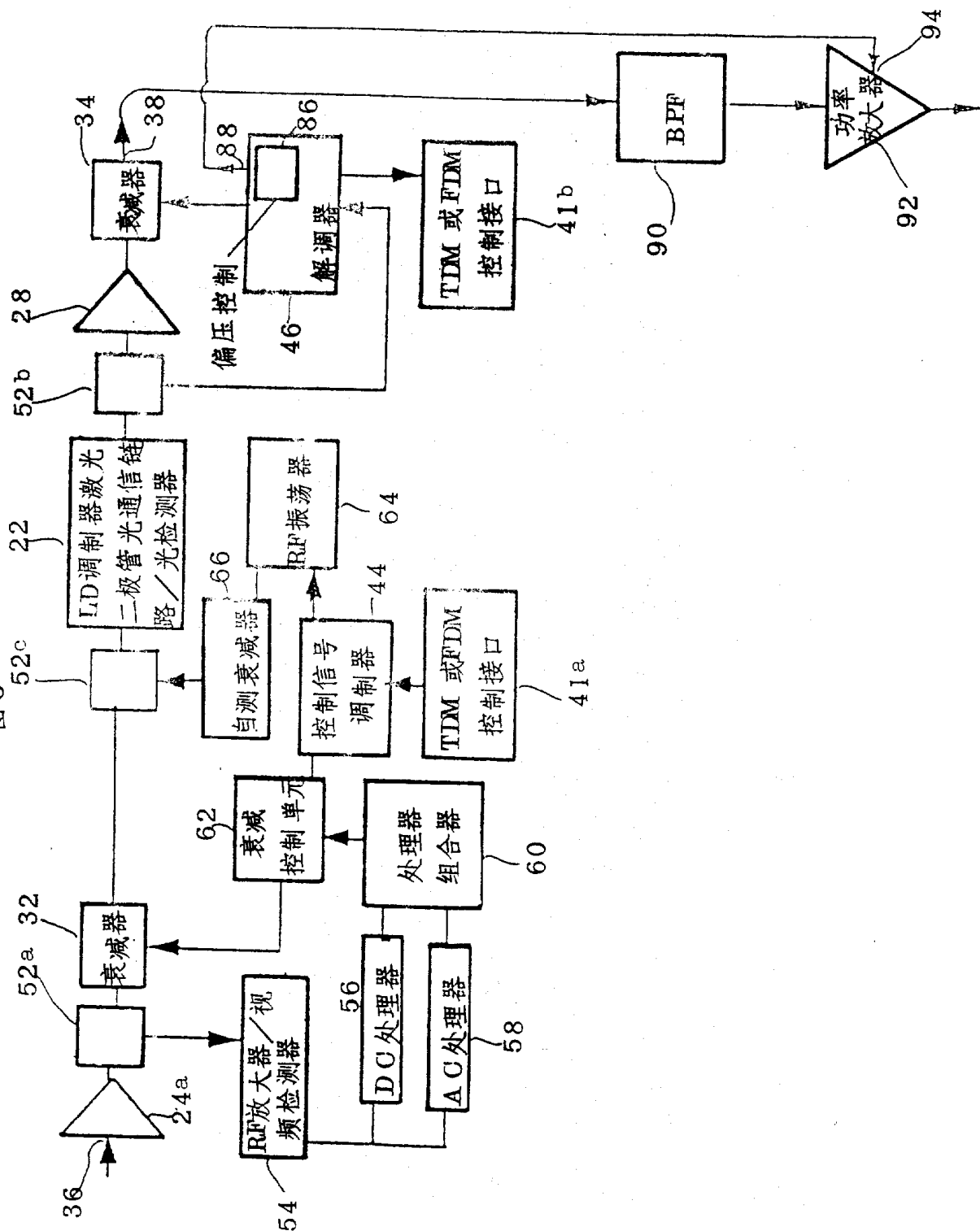


图 8



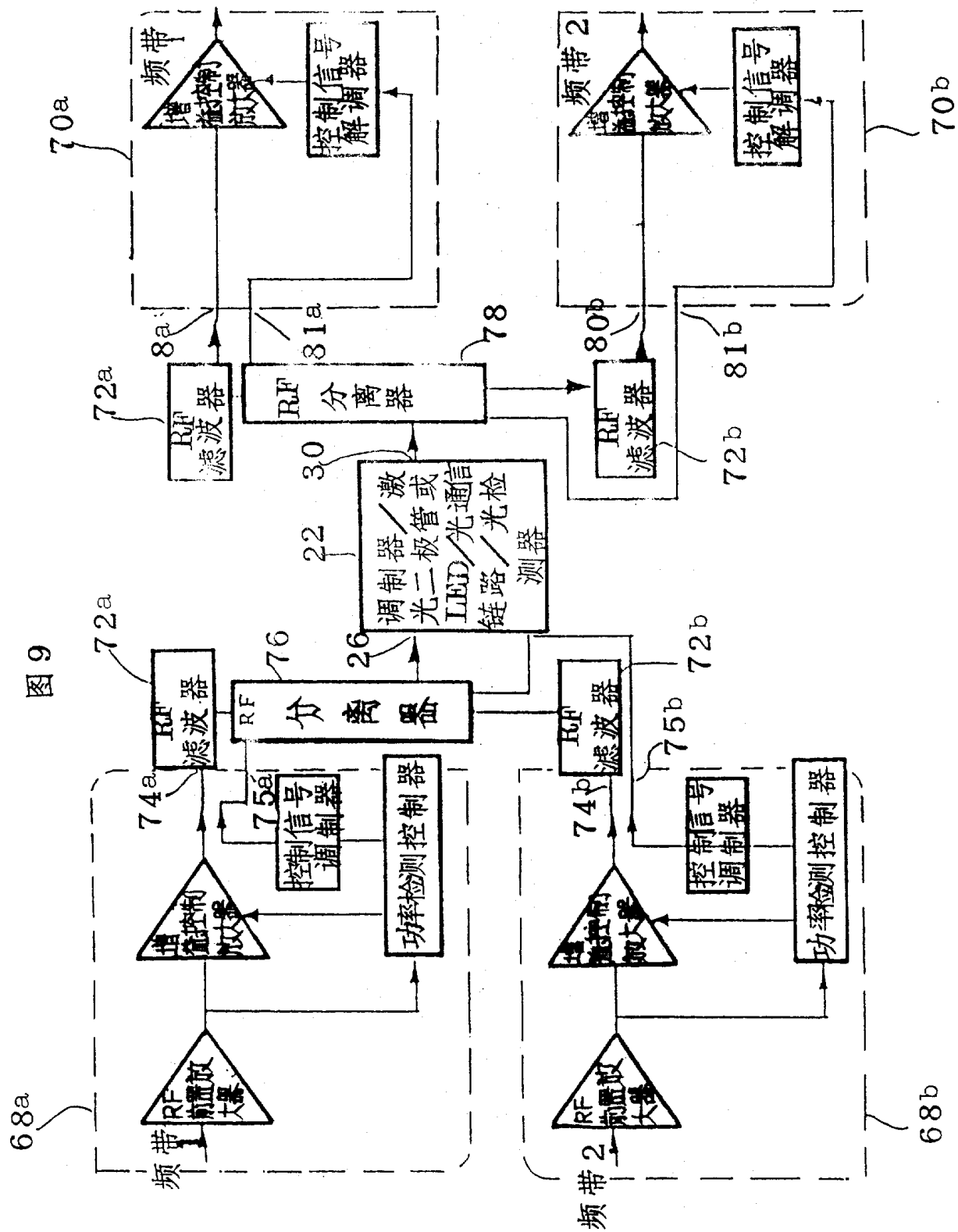


图 1 0

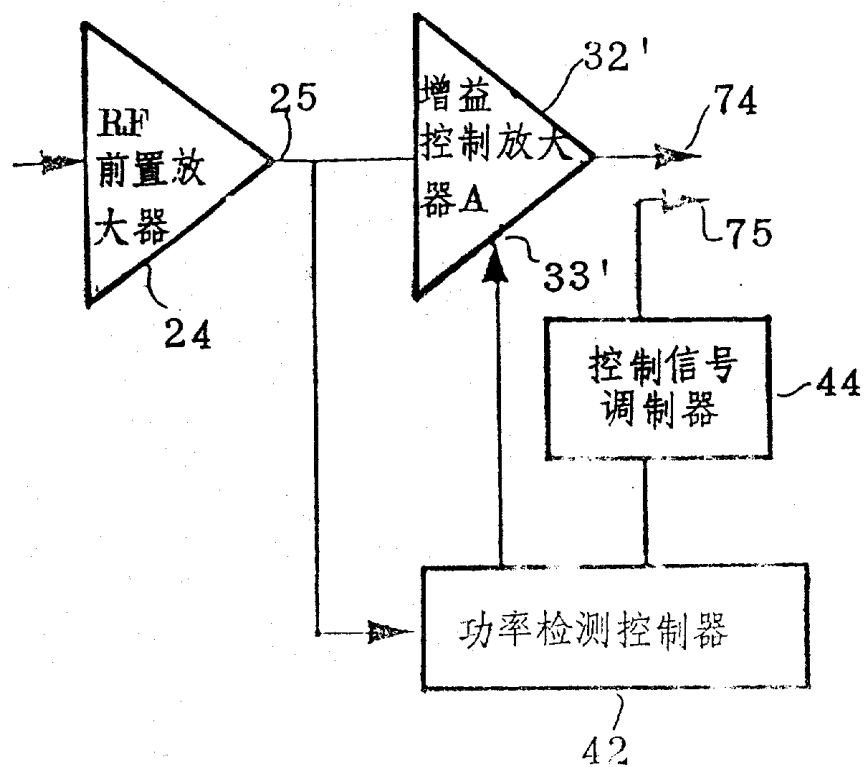


图 1 1

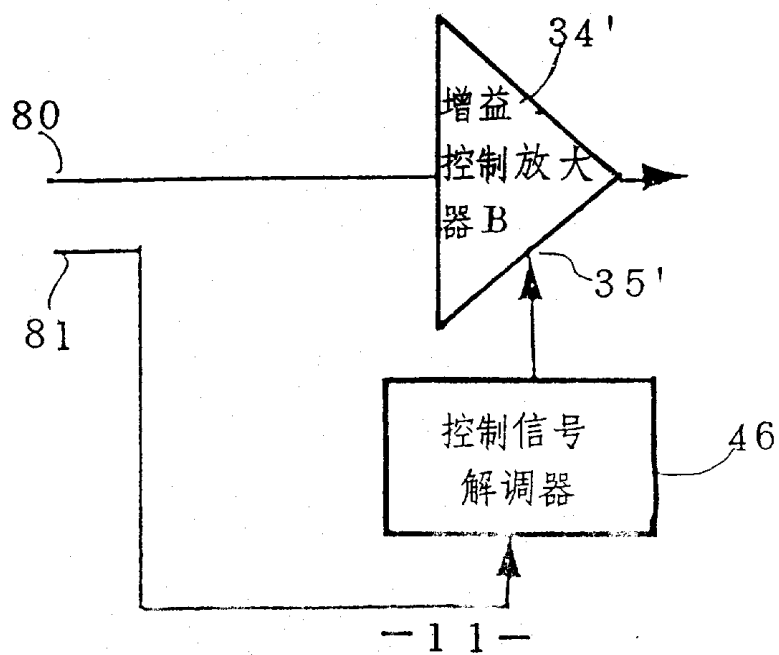


图 12

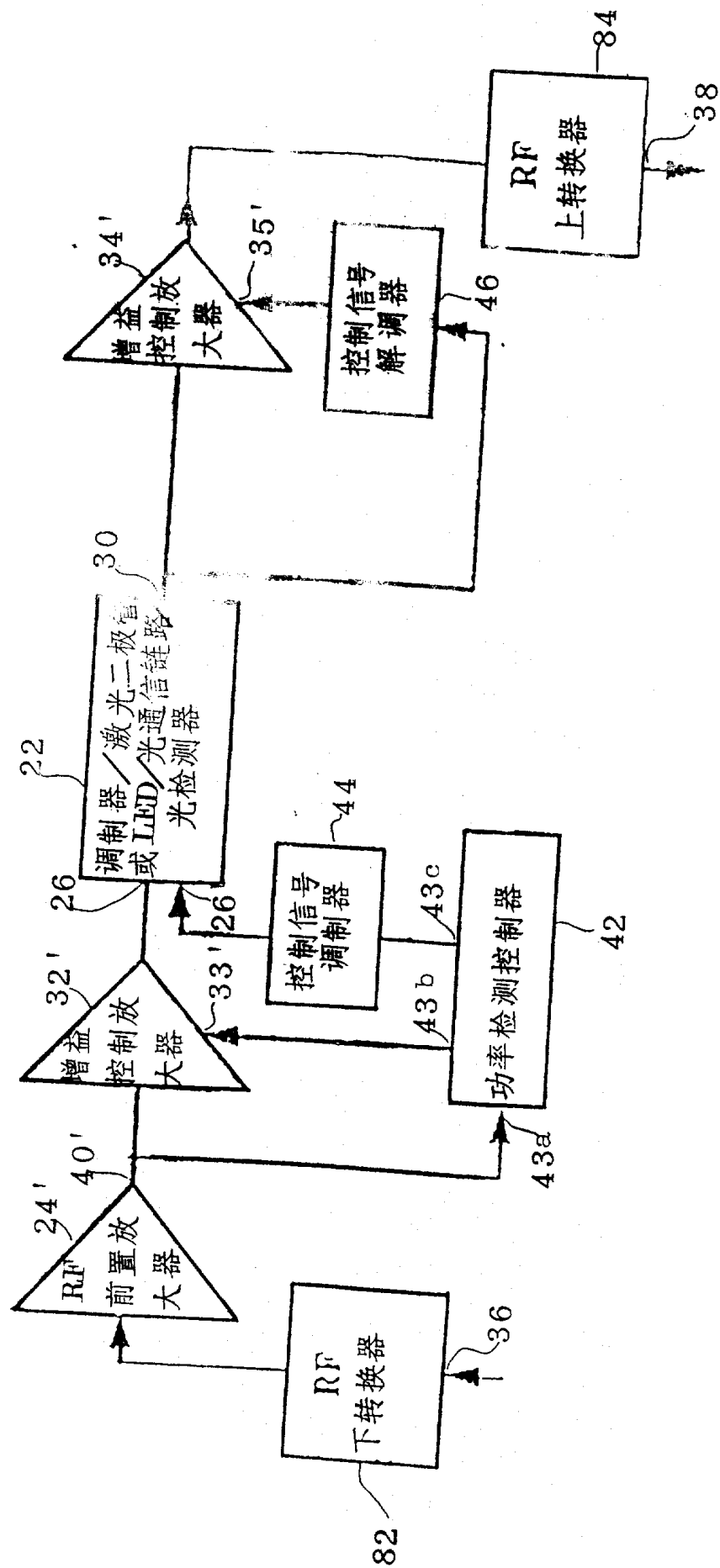


图 13

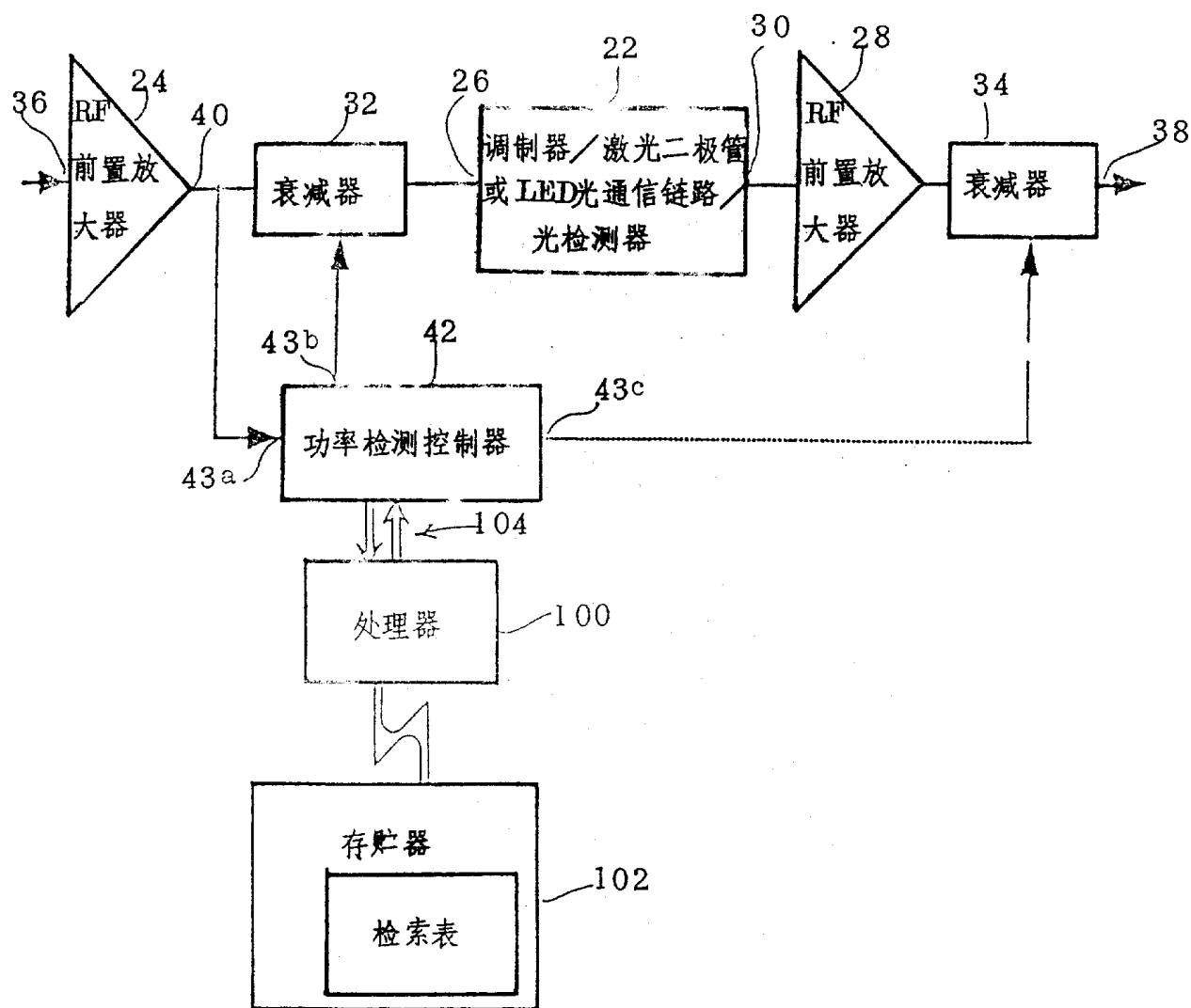


图 1 5

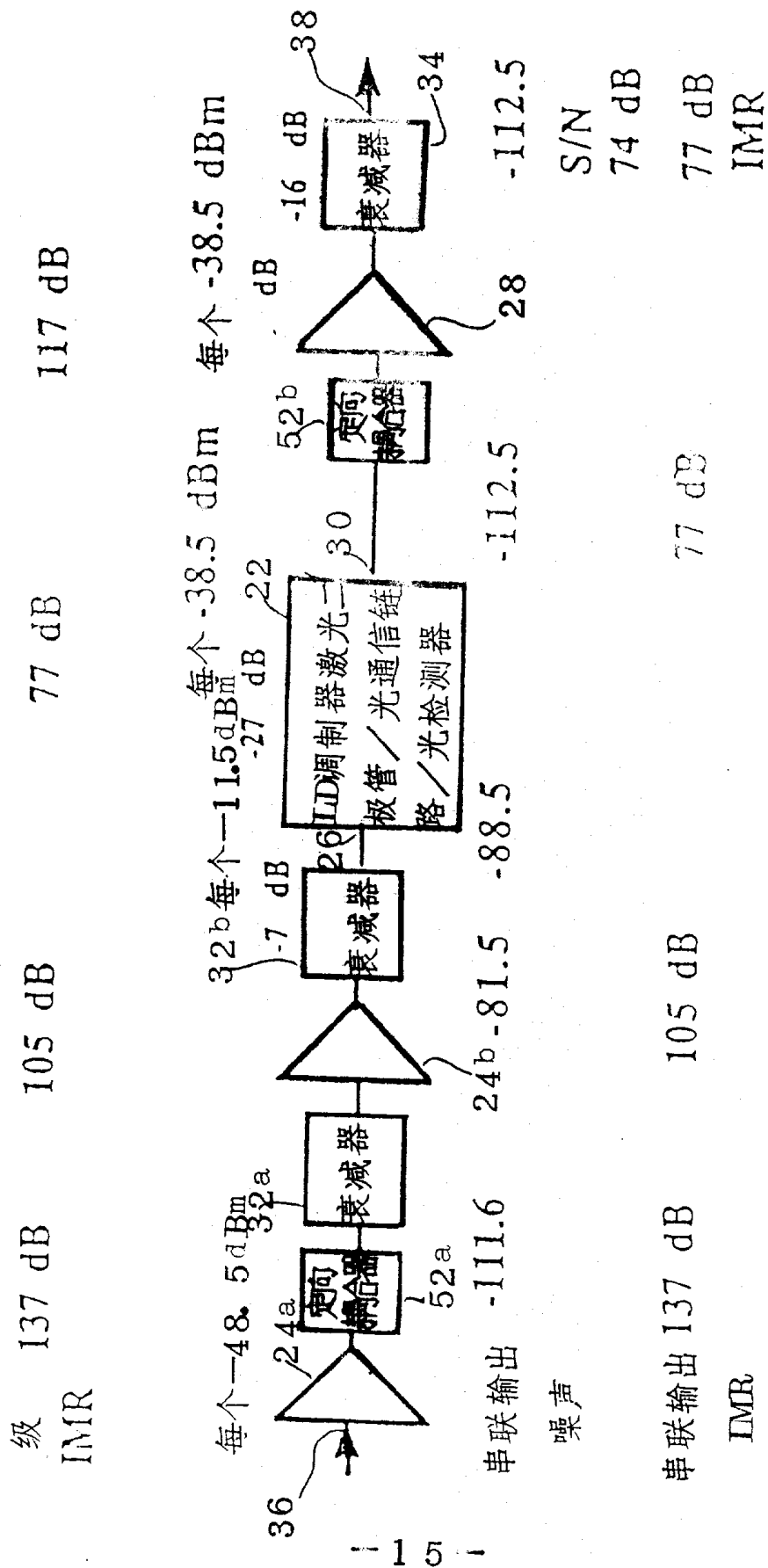


图 1 6

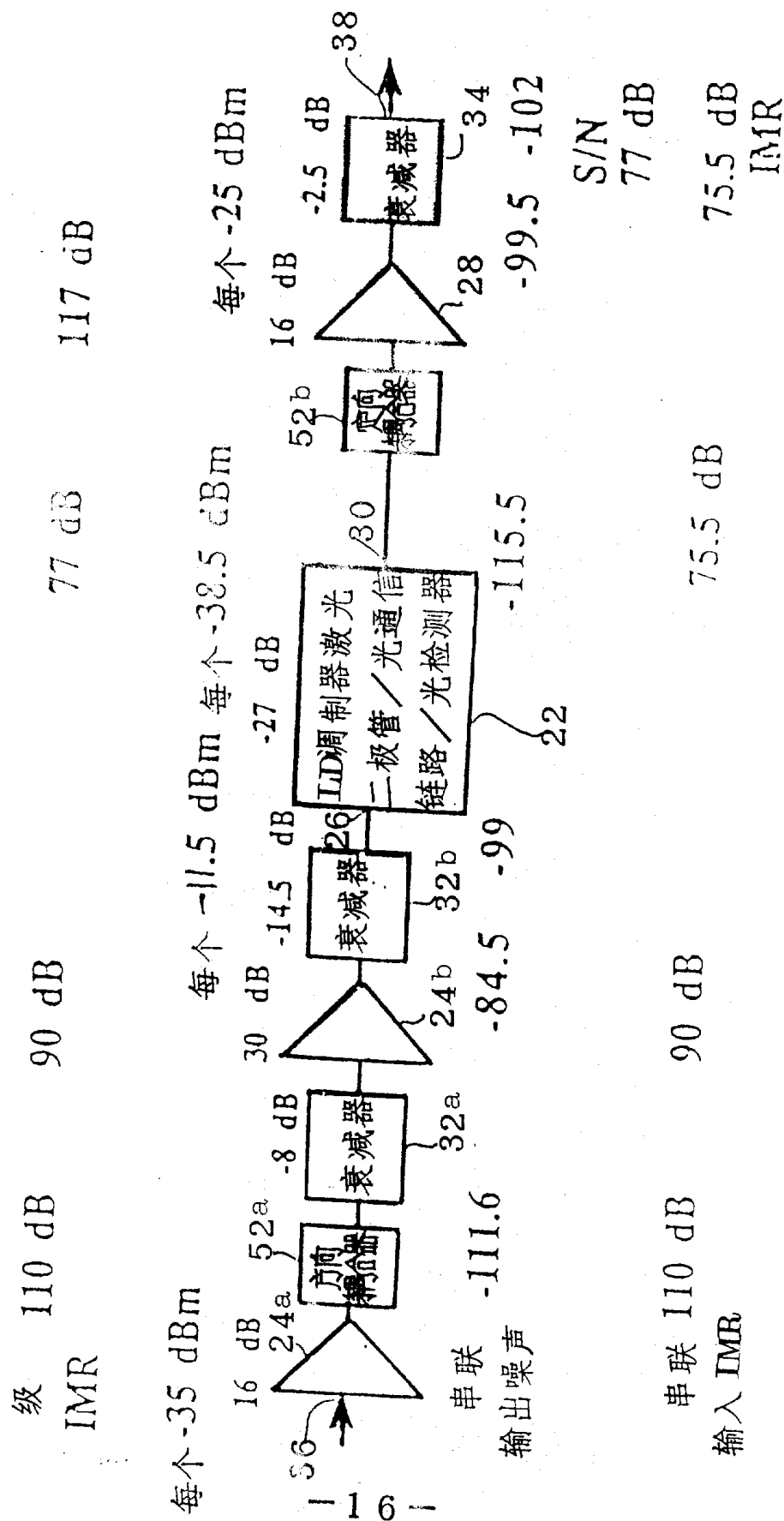


图17

