[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H03G 1/04
H03F 1/30

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97104215.2

[45]授权公告日 2001 年 10 月 24 日

[11]授权公告号 CN 1073761C

[22]申请日 1997.4.23
[21]申请号 97104215.2
[30]优先权
[32]1996.4.23 [33]JP [31]101306/1996
[73]专利权人 阿尔卑斯电气株式会社
地址 日本国东京都
[72]发明人 五十岚贞男 青木一晴 卜部悟
[56]参考文献

GB 2250649	1992. 6.10	H03G3/20
US 4101841	1978. 7.18	H03G3/30
US 4963836	1990.10.16	H03F3/35
US 5327097	1994. 7. 5	H03G3/30
US 5381148	1995. 6.10	H03F1/30
US 5386160	1995. 1.31	H03F1/30

审查员 田冬青

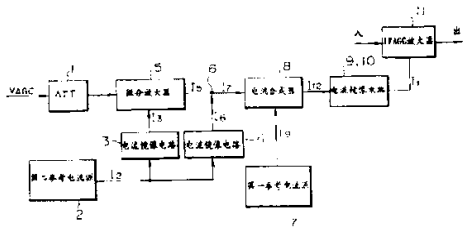
[74]专利代理机构 北京三幸商标专利事务所
代理人 刘激扬

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图页数 8 页

[54]发明名称 自动增益控制电压校正电路

[57]摘要

本发明目的在于提供不受温度变化影响的 AGC 电压校正电路。由于构 成第一参考电流源之晶体管的基射极电压具有温度依赖性,从而可减小放 大晶体管增益随温度的变化。由于构成第二参考电流源的晶体管具有温度 依赖性,从而可对放大晶体管相对于温度的增益斜率进行线性校正。



ISSN1008-4274

01·03·29

权 利 要 求 书

1、AGC 电压校正电路，其特征是包括：

第一参考电流源，用于产生具有温度升高时变大、温度降低时变小的温度依赖性的第一参考电流；

第二参考电流源，用于产生具有温度升高时变大、温度降低时变小的温度依赖性的第二参考电流；

AGC 电压控制单元，由上述第二参考电流源和微分放大级构成；

AGC 电压发生器，由上述第一参考电流源和电流合成电路和输出晶体管构成；

上述微分放大级工作于与上述第二参考电流成正比的电流下；与上述第二参考电流成正比的电流和与供给到上述微分放大级的 AGC 电压成正比的微分放大级的输出电流的差作为调整电流，从上述 AGC 电压控制单元输出；上述第一参考电流和调整电流之和流到上述电流合成电路，与上述电流之和成正比的校正 AGC 电压由上述 AGC 电压发生器输出。

2、根据权利要求 1 的 AGC 电压校正电路，其特征是在上述 AGC 电压发生器中，上述输出晶体管与二极管相连接的同时，用于以电流镜像电路形式向信号放大晶体管微分放大器提供恒定电流。

3、根据权利要求 2 的 AGC 电压校正电路，其特征是它还包括第一参考电流源，由一个或多个二极管连接晶体管及电阻串联而构成，用于产生具有温度升高时变大、温度降低时变小的温度依赖性的第一参考电流；和电流电压变换级，用于产生与上述第一参考电流和调整电流之和成正比的校正 AGC 电压。

4、根据权利要求 2 的 AGC 电压校正电路，其特征是在该恒定电流源晶体管的集电极与发射极之间接有电阻。

5、AGC 电压校正电路，其特征是包括：

第二参考电流源，由一个或多个二极管连接晶体管和电阻串联而构成，用于产生具有温度升高时变大、温度降低时变小的温度依赖性的第二参考电流；

微分放大级，其中 AGC 电压施加于输入端之一，而参考电压施加于另一输入端；

第一电流电路，其中流有正比于第二参考电流的第一电流，用以驱动微分放大级；

第二电流电路，其中流有正比于第二参考电流并等于该第一电流一半的第二电流；

AGC 电压控制单元，用于输出对应于该微分放大级输出电流与第二电流之差构成的调整电流；

AGC 电压发生器，用于产生正比于调整电流的校正 AGC 电压；

上述第二参考电流源和第一电流电路及上述第二电流电路的连接是通过电流镜像连接来进行的。

6、根据权利要求 5 的 AGC 电压校正电路，其特征是还包括：第一参考电流源，由一个或多个二极管连接晶体管及电阻串联而构成，用于产生具有温度依赖性的第一参考电流；电流电压变换级，用于产生与第一参考电流和调整电流之和成正比的校正 AGC 电压。

7、根据权利要求 5 的 AGC 电压校正电路，其特征是在该电流源晶体管的集电极与发射极之间接有电阻。

8、根据权利要求 5 的 AGC 电压校正电路，其特征是该 AGC 电压发生器包括二极管连接输出晶体管，且该输出晶体管与恒定电流源晶体管相连，用于以电流镜像电路形式向信号放大晶体管微分放大器提供恒定电流。

9、根据权利要求 8 的 AGC 电压校正电路，其特征是该输出晶体管的发射极通过电阻接地。

10、根据权利要求 8 的 AGC 电压校正电路，其特征是该恒定电流源晶体管的集电极与发射极之间接有电阻。

说　明　书

自动增益控制(AGC)电压校正电路

本发明涉及自动增益控制(AGC)电压校正电路，该电路适合用于手提电话(如编码划分多路(CDMA)型)的射频放大级或中频放大级。

通常，CDMA手提电话具有可变增益放大电路(此后称为可变放大电路)，该电路包含于接收单元或发射单元之中，可以改变增益80dB以上，用于保持接收信号和到达基站的信号强度均匀。图9 给出了具有微分放大电路的典型可变放大电路，它由放大晶体管Q17和Q18、电流源晶体管Q19、以及分别与晶体管Q17和Q18相连的负载电阻R8和R9组成。图中还描述了输入端IN、输出端OUT、AGC(增益控制)电压V_{AGC}和源电压V_{CC}。

在上述电路中增益PG[dB]具有如下关系：

$$PG \propto 20 \log (I1 * q / kT) \qquad (1)$$

下面的关系亦成立：

$$I1 \propto Is * \exp \{V_{AGC} * q / (kT)\} \qquad (2)$$

其中q表示单位电子电荷，k表示波尔兹曼常数，T表示绝对温度，而Is表示反向饱和电流。

式(1)与晶体管Q17和Q18有关，它指出当控制恒流源电流(晶体管Q19的集电极电流)指数变化时，功率增益PG[dB]线性变化。图10给出了说明不同频率下图9所示电路中电流I1与增益PG[dB]之间关系的实验值。根据式(1)，当集电极电流I1变大10倍时，增益PG变化20dB。实验也给出了与式(1)相同的结果，当电流I1从0.1mA变为1mA时，增益PG大约变化20dB。在此所使用的晶体管Q19在其截止频率Ft处给出20mA的电流最大值。式(1)对于该截止频率Ft处最大电流之1/10的电流成立。

式(2)指出集电极电流I1相对于线性变化的AGC电压V_{AGC}而指数变化。图9所示可变放大电路的功率增益PG[dB]相对于线性变化的AGC电压V_{AGC}同样按线性而变化，其中所具有的电流为该截止频率Ft处最大电流的1/10 或更小，即2mA或更小。

下面将说明依赖于温度的变化。根据式(1)， 当温度从25℃ (T=298)变至75℃ (T=348)时，即使电流源晶体管Q19的集电极电流I1保持恒定，但增益

却下降了约1.4dB(原因之一)。另外，增益随温度的负向变化而增加。 为了在普通CDMA型手提电话所使用的可变放大电路中实现80dB以上的增益，通常采用三或四级各自与图9 中电路相同的可变放大电路级联而形成的电路。对于25℃至75℃的温度变化，增益改变4至5dB(级数 * 每50℃ 1.4dB)。

考虑到反向饱和电流Is具有温度特性这一事实，利用SPICE进行了模拟，且利用式(2)计算了标准双极晶体管集电极电流I1相对于AGC电压V_{AGC}的变化。其结果如图11所示。由图11可见，集电极电流I1随温度变化显著。 例如，即便当AGC电压V_{AGC}保持恒定时，如果温度从25℃变化到75℃， 则集电极电流I1将改变10倍或更大。因此，晶体管Q17和Q18的增益将变化20dB或更大(原因之二)。这种现象将导致三级可变放大电路的增益变化60dB(3 * 每50℃ 20dB)。

另外，集电极电流I1相对于AGC电压V_{AGC}的变化率(或者说增益变化率，即增益斜率)随温度而变化(原因之三)。

当利用双极晶体管构成可在80dB或更大的范围内改变其增益的可变放大电路时(这对于CDMA型手提电话是必需的)，将出现以下问题。

1. 可变放大电路的增益PG随温度变化显著，这是由于放大晶体管Q17和Q18增益的温度依赖性(原因之一)及电流源晶体管Q19的温度依赖性 (原因之二)所致。

2. 增益变化率(增益斜率)相对于AGC电压V_{AGC}的改变与温度密切相关，这是由于电流源晶体管Q19的温度依赖性所致(原因之三)。

3. 如图10所示，在相对于较大集电极电流I1的区域内， 增益斜率的刻度间隔很窄，且在该区域内增益斜率的线性变坏。另外，在相对于较小集电极电流I1的刻度区域内，由于截止频率Ft的频率特性(即截止频率Ft正比于集电极电流I1)，增益急剧衰减，且增益斜率的线性变坏。

4. 当利用三或四级可变放大电路实现80dB或更大增益时，由于晶体管和电阻之间的差别，各级的增益变得相互不同。为了校正这个差别，如果在输入级或输出级中包含可变电阻或其它调整装置，则射频电路元件的隔离变得无效。最终，增益可变范围将变窄，或增益斜率的线性将变坏。

因此，本发明的目的在于提供一种AGC电压校正电路，该电路可使可变放大电路在不受温度变化的影响下实现AGC操作。

为实现上述目的，根据本发明，产生随温度变化的第一参考电流以便抵消构成可变放大电路之一对放大晶体管和一个电流源晶体管的温度依赖

性，且与该第一参考电流有关的校正AGC电压施加于电流源晶体管上。

为线性化与可变放大器有关的增益斜率，产生随温度变化的第二参考电流，且与该第二参考电流有关的校正AGC电压施加于电流源晶体管上。

根据本发明，构成可变放大电路之一对晶体管和一个电流源晶体管的温度依赖性主要由第一参考电流的温度依赖性校正。另外，关于可变放大电路的增益斜率由第二参考电流的温度依赖性进行线性化校正。因此，可以实现能够不受任何温度变化影响进行AGC操作的AGC电压校正电路。

实现本发明之一种模式的特征在于其中包括了用于产生具有温度依赖性之第一参考电流的第一参考电流源、用于产生具有温度依赖性之第二参考电流的第二参考电流源、互作在正比于第二参考电流下并输出与所施加AGC电压有关的调整电流的AGC电压控制单元、以及用于输出与第一参考电流和调整电流之和有关的校正AGC电压的AGC电压发生器。

实现本发明之另一种模式的特征在于其中包括了由一个或多个二极管连接晶体管与电阻串联而成且用于产生具有温度依赖性之第二参考电流的第二参考电流源、一个输入端加有AGC 电压而另一输入端加有参考电压的微分放大级，其中有正比于第二参考电流之第一恒定电流且用以利用第一恒定电流驱动微分放大级的第一恒定电流源、其中可流动正比于第二参考电流且等于第一恒定电流一半之第二恒定电流的第二恒定电流源、用于输出对应于微分放大级输出电流与第二恒定电流之间差异之调整电流的AGC电压控制单元、以及用以基于调整电流产生校正AGC电压的AGC电压发生器。

在实现本发明的这些模式中，AGC 电压校正电路包括由一个或多个二极管连接晶体管与电阻并联而成且用于产生具有温度依赖性之第一参考电流的第一参考电流源、以及用于产生正比于第一参考电流与调整电流之和之校正AGC电压的电流电压变换级。

另外，AGC 电压校正电路的特征在于其中第二参考电流源与第一恒定电流源和第二恒定电流源之间的连接方式为电流镜像电路。

再有，AGC电压校正电路的特征在于其中AGC 电压发生器包括二极管连接输出晶体管，且该输出晶体管与恒定电流源晶体管以电流镜像电路形式相连以便向信号放大晶体管微分放大器提供恒定电流。

另外，AGC 电压校正电路的特征在于该输出晶体管的发射极通过电阻接地。

还有，AGC 电压校正电路的特征在于恒定电流源晶体管集电极与发射

极之间接有电阻。

图1为描述根据本发明AGC电压校正电路一种方案的框图；

图2详细给出了图1所示AGC电压校正电路的电路图；

图3的曲线说明了图2所示电流合成电路中晶体管基射极电压与集电极电流之间相对于温度的变化关系；

图4的曲线说明了构成图2所示电路之一部分的微分放大电路中AGC 电压与集电极电流相对于温度的变化关系；

图5的电路图给出了图1和图2所示AGC电压校正电路中主要部分的一种变形；

图6的曲线给出了图5所示电路所确定的增益斜率；

图7的曲线给出了由构成图1和图2 所示电路之一部分的衰减电路所确定的增益斜率；

图8的框图给出了构成图1和图2 所示电路之一部分的可变放大电路多级相接的基本结构；

图9为具有微分放大器之典型可变放大电路的电路图；

图10的曲线给出了图9 所示恒定电流源晶体管集电极电流与增益之间的关系；

图11的曲线说明了AGC电压与图9所示恒定电流源晶体管集电极电流之间的关系。

以下将参考附图说明本发明的一种方案。

图1为说明根据本发明AGC电压校正电路之一种方案的框图，图2详细给出了图1所示AGC电压校正电路的电路图，而图3的曲线说明了图2所示电流合成电路8中晶体管Q13基射极电压与集电极电流相对于温度的变化关系。图4的曲线说明了构成图2所示电路之一部分的微分放大电路5中AGC电压与集电极电流相对于温度的变化关系，图5的电路图给出了图1和图2所示AGC电压校正电路中主要部分的一种变形，图6的曲线给出了由图5所示电路确定的增益斜率，图7的曲线给出了由构成图1和图2所示电路之一部分的衰减电路1所确定的增益斜率，而图8的框图说明了构成图1和图2所示电路之一部分的可变放大电路(IFAGC放大器)多级相接的基本结构。

在图1中，可变放大电路(IFAGC放大器)11对具有中频的输入信号IN 通过可变增益进行放大并将信号OUT输出。可变放大电路11 的增益利用电路1至10基于AGC电压V_{AGC}进行控制。AGC电压V_{AGC}经衰减电路(ATT)1 衰减之

后施加于微分放大电路(放大器)5。 微分放大电路5再输出正比于AGC电压V_{AGC}的电流I5。第二参考电流源2 产生依赖温度变化以便使可变放大电路11的增益斜率线性化的第二参考电流I2并将该第二参考电流送到电流镜像电路3和4。

电流镜像电路3将与第二参考电流I2相关的第一恒定电流I3 送至微分放大电路5。微分放大电路5的输出电流I5利用AGC 电压V_{AGC}和第一恒定电流I3进行控制。电流镜像电路4输出与第二参考电流I2 相关的第二恒定电流I6。输出电流I5与第二恒定电流I6在节点6处叠加。第一参考电流源7产生依赖于温度的第一参考电流I9以便抵消可变放大电路11的温度依赖性。节点6处叠加产生的电流I7和第一参考电流I9由电流合成电路8进行合成。由电流合成电路8合成而产生的电流I12通过电流镜像电路9和10 送至可变放大电路11中的电流源晶体管,从而产生集电极电流I1。

参考图2,将说明电路结构。在图2中,画出了图1 所示各元件的相应电路并赋予了相同的参考数字。

源电压V_{CC}施加于以下各端: 电阻R1的一端、PNP晶体管Q7的发射极、NPN晶体管Q4的集电极、PNP晶体管Q8、Q9、Q11、Q14和Q15的发射极、 以及电阻R8和R9的一端。电阻R1的另一端(电流I2)与二极管连接NPN 晶体管Q1的集电极和基极相接。晶体管Q1的发射极与二极管连接NPN晶体管Q2 的集电极和基极相接。晶体管Q2的基极与NPN晶体管Q5和Q6的基极相接,其发射极接地。上述电阻R1与晶体管Q1和Q2构成第一参考电流源2,用以补偿相对于温度的增益斜率。其中晶体管Q1可以省却。

AGC电压V_{AGC}施加于电阻R2的一端。电阻R2的另一端与NPN晶体管Q3的基极和电阻R3的一端相接。电阻R2和R3构成用于衰减AGC 电压V_{AGC}的衰减电路(ATT)1,以便根据温度变化而优化增益斜率。电阻R3 的另一端与晶体管Q4的基极相接并通过产生偏压E1的偏压源接地。

二极管连接晶体管Q7的基极与集电极相连,且其基极与晶体管Q8 的基极和晶体管Q3的集电极(输出电流I4)相接。晶体管Q3和Q4的发射极与晶体管Q5的集电极(第一恒定电流源I3)相接。晶体管Q8的集电极(电流I5)与晶体管Q6的集电极(第二恒定电流I6)通过节点6相接。晶体管Q5和Q6 的发射极接地。节点6与晶体管Q12的发射极和电阻R7之间的节点相接。调整电流I7通过节点6输出。

晶体管Q3和Q4以及偏压源构成了用于补偿增益斜率的微分放大电路5。

晶体管Q2和Q5构成了作为微分放大电路5电流源的电流镜像电路3，而晶体管Q2和Q6构成了电流镜像电路4。晶体管Q7和Q8也构成了电流镜像电路。

晶体管Q9的基极与集电极相连，且其基极与PNP晶体管Q10 的发射极和晶体管Q11的基极相接。晶体管Q9和Q11构成了电流镜像电路。晶体管 Q10的基极与集电极相连，且其基极与限流电阻R6的一端(第一参考电流I9)相接。电阻R6的另一端接地。晶体管Q9和Q10以及电阻R6 构成了第一参考电流源7，用以补偿相对于温度的晶体管增益。晶体管Q10可以省却。

晶体管Q11的集电极(电流I10)与二极管连接NPN晶体管Q12的基极和集电极以及NPN晶体管Q13的基极相接。晶体管Q12的发射极通过电阻R7(电流I11=I7+I10)和用于产生偏压E2的偏压源接地。晶体管Q11、Q12和Q13以及电阻R7构成了电流合成电路8，用于合成来自节点6的调整电流I7和来自第一参考电流源7的第一参考电流I9。晶体管Q12和Q13构成了电流镜像电路。

晶体管Q14和Q15的基极共同与晶体管Q14的集电极和晶体管Q13的集电极(电流I12)相接。晶体管Q13的发射极接于电阻R7与产生偏压E2的偏压源之间的节点处。晶体管Q14和Q15构成作为电流源的电流镜像电路9。 晶体管Q15的集电极(电流I13)与NPN输出晶体管Q16的集电极和基极以及NPN 电流源晶体管Q19的基极相接。输出晶体管Q16 的发射极接地。 输出晶体管Q16和电流源晶体管Q19构成电流镜像电路10。

电阻R8和R9的另一端与NPN晶体管Q17和Q18的集电极相接。晶体管Q17和Q18的发射极共同与电流源晶体管Q19的集电极(电流I1)相接。输入信号In施加于晶体管Q17和Q18的基极，而输出信号OUT由晶体管Q17和Q18 的集电极取出。上述电阻R8和R9及晶体管Q17、Q18和Q19 构成进行增益改变的可变放大电路11。

在上述电路中，输出晶体管Q16的发射极电流由晶体管Q15的集电极电流I13进行控制。晶体管Q14的发射极电流由晶体管Q13的集电极电流I12进行控制。晶体管Q12的发射极电流由晶体管Q11的集电极电流I10进行控制。在本方案中，电阻R7两端的电压V7设置为大于0.7 V。晶体管Q12的发射极电流依赖于第一参考电流源7输出的第一参考电流I9。因而，正比于第一参考电流I9的电流流入构成可变放大电路11的晶体管Q17和Q18之中。

在此电路中，利用构成第一参考电流源7之晶体管Q9和Q10基射极电压V_{BE}的温度依赖性，使得第一参考电流I9在高温时变大而在低温时变小。具体而言，设置第一参考电流I9，使之在75℃时约为其在25℃时的1.18倍，而

在-25℃时约为其在25℃时的0.85倍。电流合成电路8中晶体管Q13 的集电极电流(I12)取如图3所示A点(25℃)、B点(75℃)和C点(-25℃)处的值。

因此，晶体管Q17和Q18的增益每50℃校正1.4dB，也就是说，在75℃时校正+1.4dB而在-25℃时校正约-1.4dB。从而抵消了依赖于温度变化的晶体管Q17和Q18的增益改变。这样，由于第一参考电流源7具有温度依赖性，则可使晶体管Q17和Q18之增益随温度的变化降低至最小。由原因之一所引起的前述问题可以得到解决。

下面将说明增益的变化。通过利用AGC电压V_{AGC}改变电阻R7 两端的电压V7可以改变增益。在此，由于以下关系成立，则当改变通过节点6 所提供的调整电流I7时，电压V7就发生改变：

$$V7=I11*R7=(I7+I10)*R7$$

另外，由于对应晶体管Q12基射极电压V_{BE}与电压V7之和的电压施加于晶体管Q13的基射极之间，从而晶体管Q13的集电极电流I12利用调整电流I7得到了控制。具体而言，如图3所示，当施加于晶体管Q13基射之间的电压V_{BE}变化±100mV时，晶体管Q13的集电极电流I12约变大10倍或变为原来的1/10。因此，晶体管Q17和Q18的增益改变±20dB。

下面将说明调整电流I7。包含元件1至5的电路部分作为AGC 电压控制单元，用于补偿相对于温度变化的AGC 电压V_{AGC}并校正随温度变化的增益斜率。首先，AGC电压V_{AGC}经衰减电路1衰减以便优化增益斜率。随后，所产生的电压施加于构成微分放大电路5之晶体管Q3和Q4的基极。从而，晶体管Q3的集电极电流I4依赖于AGC电压V_{AGC}而改变。

晶体管Q5产生微分放大电路5 赖以工作的第一恒定电流I3。第一恒定电流I3由包含晶体管Q2的电流镜像电路3而确定。由晶体管Q1和Q2 及电阻R1组成的第二参考电流源2决定了第二参考电流I2。另外，由于晶体管Q7和Q8构成电流镜像电路，则对应于晶体管Q3集电极电流(输出电流)I4的电流I5(I4=I5)流入晶体管Q8的集电极。再有，由于晶体管Q6和Q2 构成电流镜像电路，则利用来自第一参考电流源2之第一参考电流I2 所决定的集电极电流(第二恒定电流)I6流入晶体管Q6。

晶体管Q6的管尺寸设置为晶体管Q5的一半。从而以下关系式成立：

$$I6=I3/2$$

当AGC电压V_{AGC}等于偏压E1时，下列关系式成立：

$$I4=I3/2$$

另外，由于I5=I4，所以I5=I6。

另外，由于I7=I5-I6，则以下关系式成立：

若V_{AGC}=E1，则I5=I6，

所以I7=0；

若V_{AGC}＞E1，则I4＞I3/2，I5＞I6，

所以I7＞0；

若V_{AGC}＜E1，则I7＜0。

调整电流I7在流入电阻R7之后依次传输给晶体管Q13、Q14、Q15、Q16和Q19。这样，晶体管Q17和Q18的增益便利用调整电流I7得到了控制。

参考图4，将对构成微分放大电路5之晶体管Q3的集电极电流I14进行说明。图4中曲线13、14和15分别表示晶体管Q3相对于25℃、75℃和-25℃时AGC电压V_{AGC}的集电极电流(输出电流)I4。当温度升高时，集电极电流I4增加。如前所述，这是由于当温度升高时，第一恒定电流I3增加的缘故。集电极电流I4随AGC电压改变的变化率(各曲线的斜率)依赖温度而变化。当温度高时，即当第一恒定电流I3大时，该变化率大。当温度低时，也就是当第一恒定电流I3小时，该变化率小。这种趋向与如图11所示集电极电流随AGC电压改变的变化率趋向相反。

因此，在上述方案中，由于来自第二参考电流源2的第二参考电流I2具有温度依赖性，所以第一恒定电流I3在高温时较大而在低温时较小。另外，由于第一恒定电流I3的温度依赖性对电压V7的影响，则可以在各个温度下保持电流合成电路8中晶体管Q13集电极电流I12的变化率不变。

由于电流源晶体管Q19的集电极电流I1等于晶体管Q13的集电极电流I2，所以电流源晶体管Q19集电极电流的变化率也可以在各个温度下保持不变。

根据上述方案，a)由于第一参考电流源7具有温度依赖性，则晶体管Q17和Q18的增益随温度的变化可以降至最小，因此，由原因之一而产生的问题可以得到解决；b)由于放大AGC电压V_{AGC}之微分放大电路5中的第一恒定电流I3因第二参考电流源2而具有温度依赖性，则可以改善增益斜率的温度特性，因此，由原因之二而产生的问题可以得到解决。

根据上述方案，可以产生如下优点。

c)如图5所示，当电阻R10与由输出晶体管Q16和电流源晶体管Q19组成之电流镜像电路10中输出晶体管Q16的发射极串联相接时，如图6所示，由于电阻R10的存在，晶体管Q19的集电极电流I1相对于与较大AGC电压V_{AGC}

有关的点域而变大。因此，可以改善代表最大增益点附近增益斜率部分的线性。

d) 如图5所示，当电阻R11接于电流源晶体管Q19的集电极与地之间时，晶体管Q17和Q18中总有电流流过。因此，如图6所示，可以改善关于小AGC电压V_{AGC}各点增益中代表最高增益点附近增益斜率部分的线性。

e) 当第一参考电流源7中的电阻R6 使用可变电阻之类的元件以改变第一参考电流I9时，相对于AGC电压V_{AGC}的增益可如图7所示得到改变。因此，除可变放大电路以外任何电路（如手提电话接收单元中的低噪声放大器、混频器或带通滤波器等）的增益与参考增益之间的差异可以被吸收。特别地，由于这种调整涉及直流电路，所以它将不会影响射频信号的放大。

f) 另外，由于微分放大电路2的前级中的衰减电阻R2和R3，可以任意改变并设定增益斜率。根据这一点，这种方案可适用于要求接收单元AGC特性与发射单元一致的CDMA型手提电话。

g) 当适当设定包含构成电流镜像电路之输出晶体管Q16 和电流源晶体管Q19的单元尺寸外，可任意设定射频晶体管Q17和Q18的工作电流。当如图1和2所示的可变放大电路11多级相连时，可方便地将失真情形设置成最佳状态。

h) 当衰减电路ATT与多级可变放大电路（IFAGC放大器）11如图8 所示相连，且来自第一参考电流源7的第一参考电流I9可通过电阻R6和R12及开关SW进行切换时，如果衰减电路ATT响应于第一参考电流I9的切换而切换，则可变放大电路由于第一参考电流I9切换而产生的增益变化可与由衰减电路ATT所获得的衰减幅度相符。因此，可以改善电路的失真特性而不会影响整个电路的增益。可以得到抗干扰的接收机。另外，衰减电路ATT 可以包含在接收机的输入级之中。即便在这种情况下，也可获得同样的优点。

如上所述，根据本发明的AGC电压校正电路， 构成可变放大电路之一对晶体管和电流源晶体管的温度依赖性可以由第一参考电流加以校正。另外，增益斜率可利用第二参考电流进行线性校正。这使得可变放大电路的放大效率不受温度变化的影响。

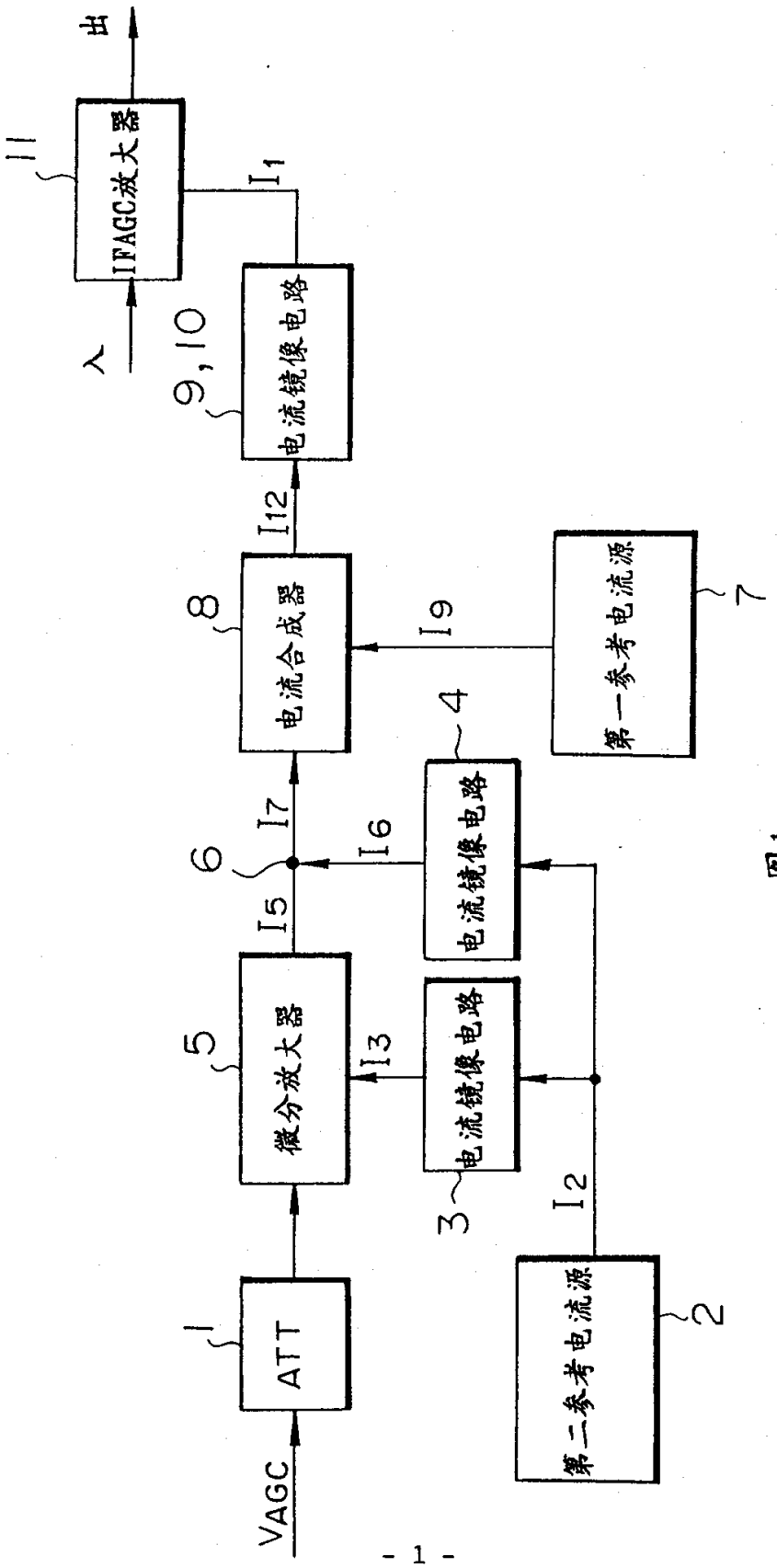

VAGC
ATT
1
微分放大器
5
电流镜像电路
3
第二参考电流源
2
I2
I3
I5
I6
I7
6
电流镜像电路
4
第一参考电流源
7
I9
电流合成器
8
I12
电流镜像电路
9,10
I1
IFAGC放大器
11
入
出

图1

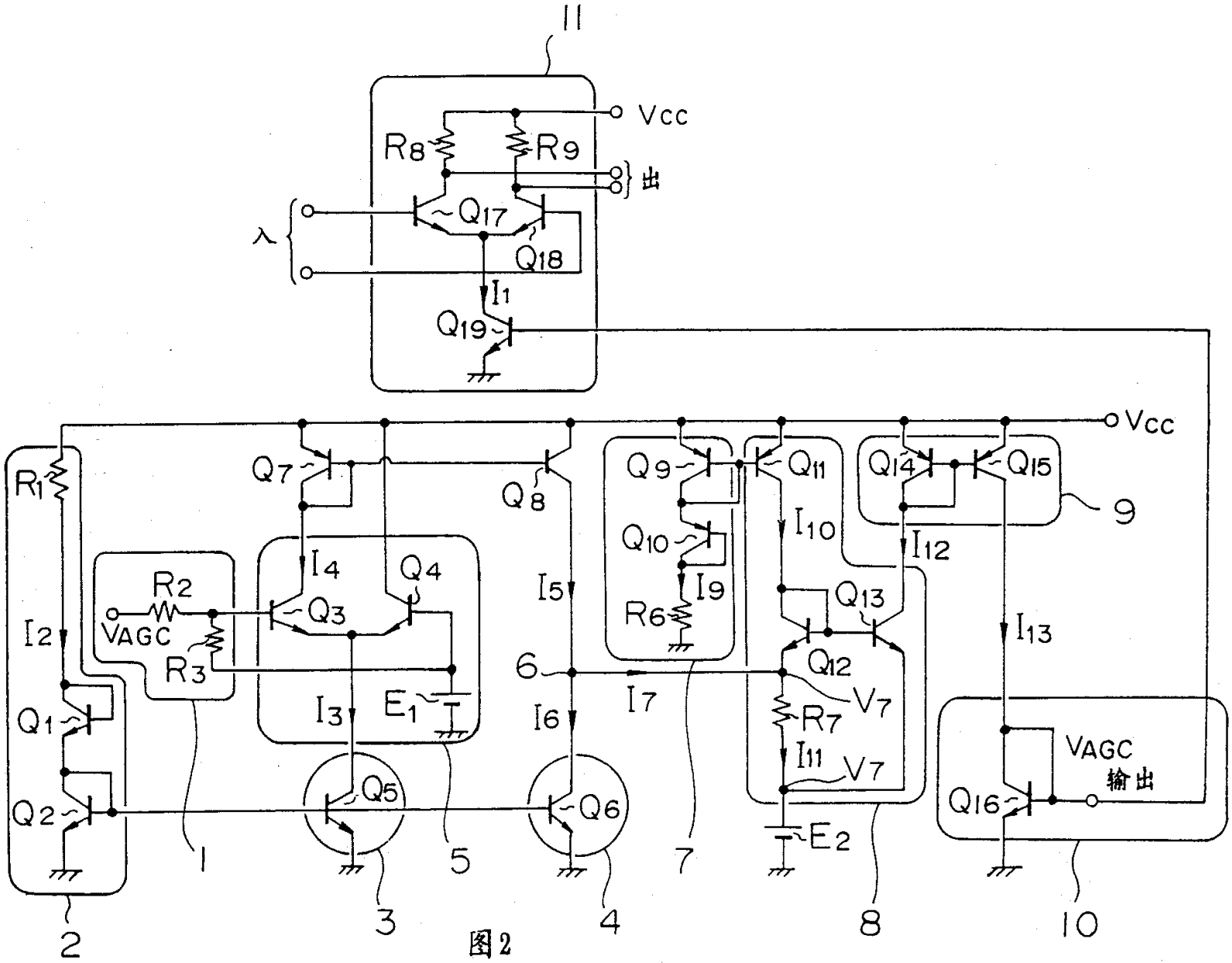

11
Vcc
R8
R9
出
入
Q17
Q18
I1
Q19
Vcc
R1
Q7
Q8
Q9
Q11
Q14
Q15
9
I10
I12
Q10
I9
R6
Q13
I13
R2
VAGC
R3
I4
Q4
Q3
I5
I2
6
I7
Q12
V7
R7
I11
V7
E2
Q1
I3
E1
I6
Q2
Q5
Q6
Q16
VAGC
输出
1
5
7
2
3
4
8
10

图2

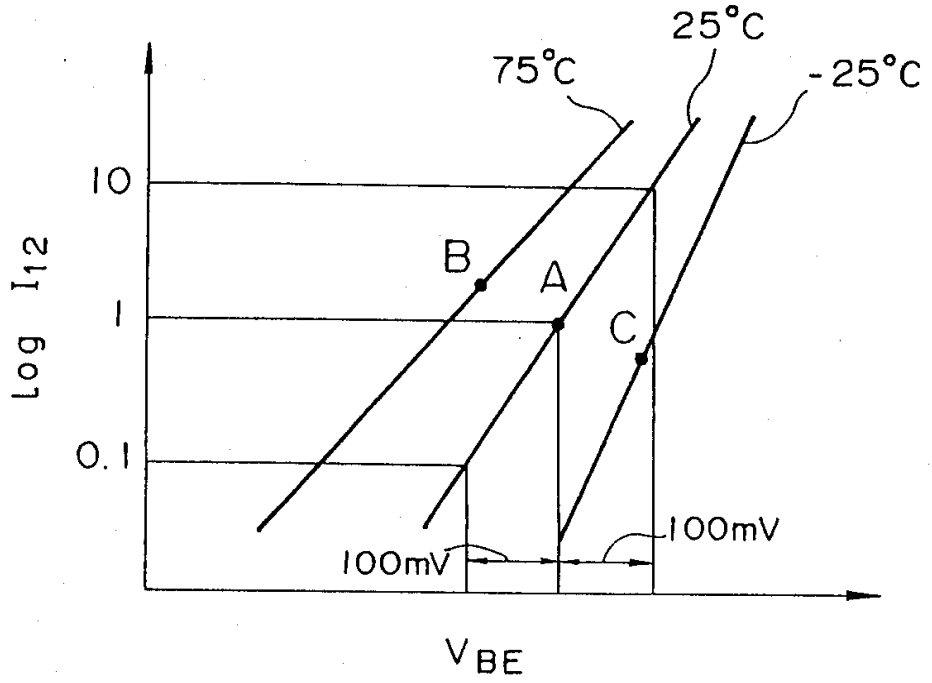

25°C
75°C
-25°C
10
1
0.1
Log I_{12}
B
A
C
100mV
100mV
V_{BE}

图3

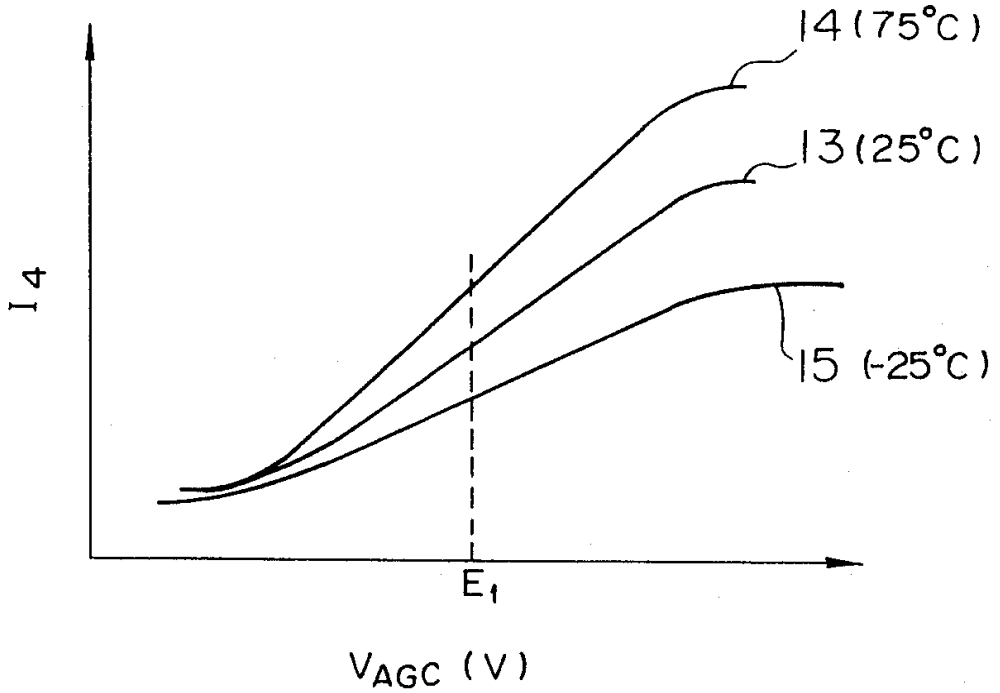

14 (75°C)
13 (25°C)
15 (-25°C)
I_4
E_1
V_{AGC} (V)

图4

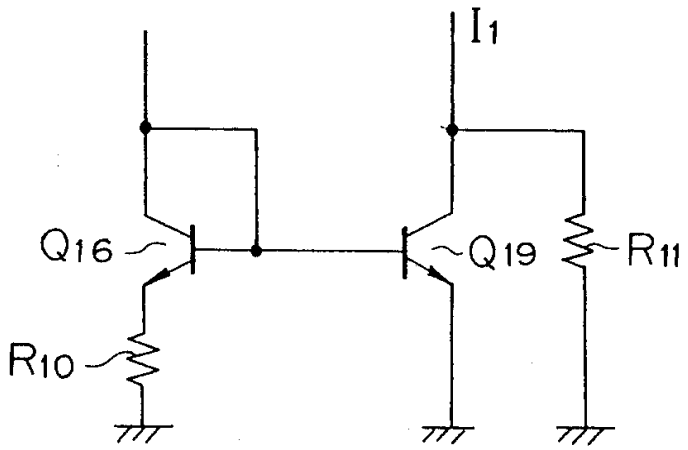


图5

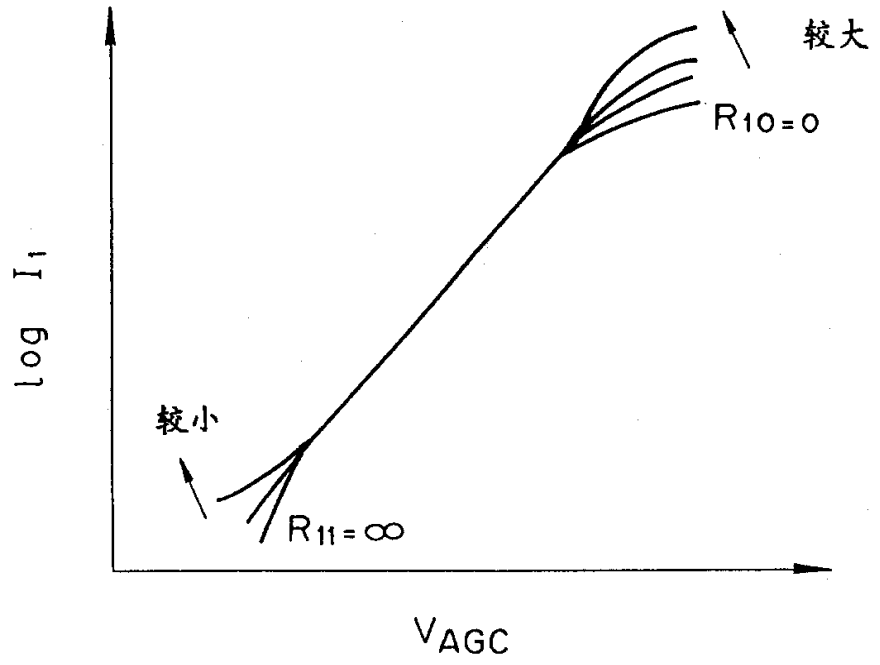


图6

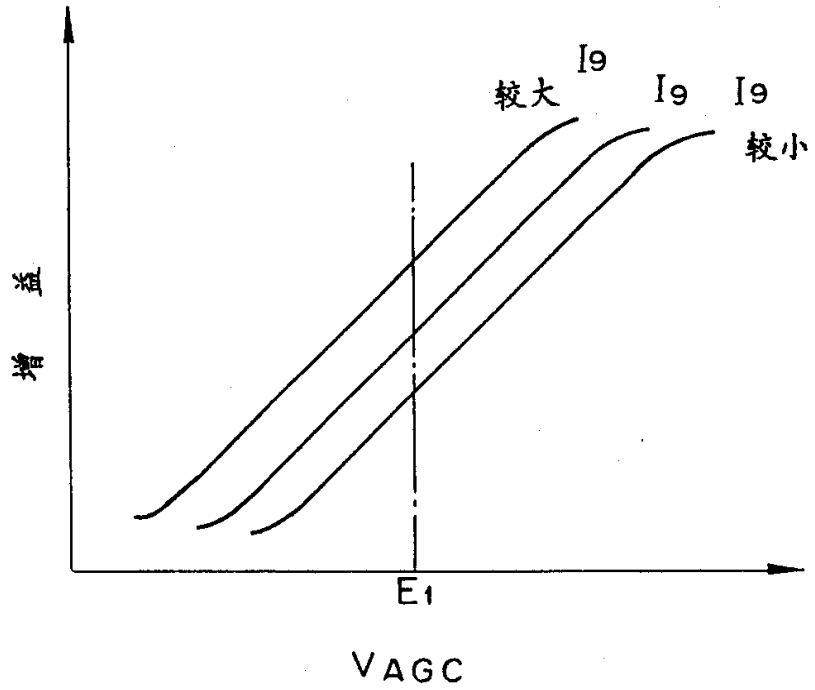


图7

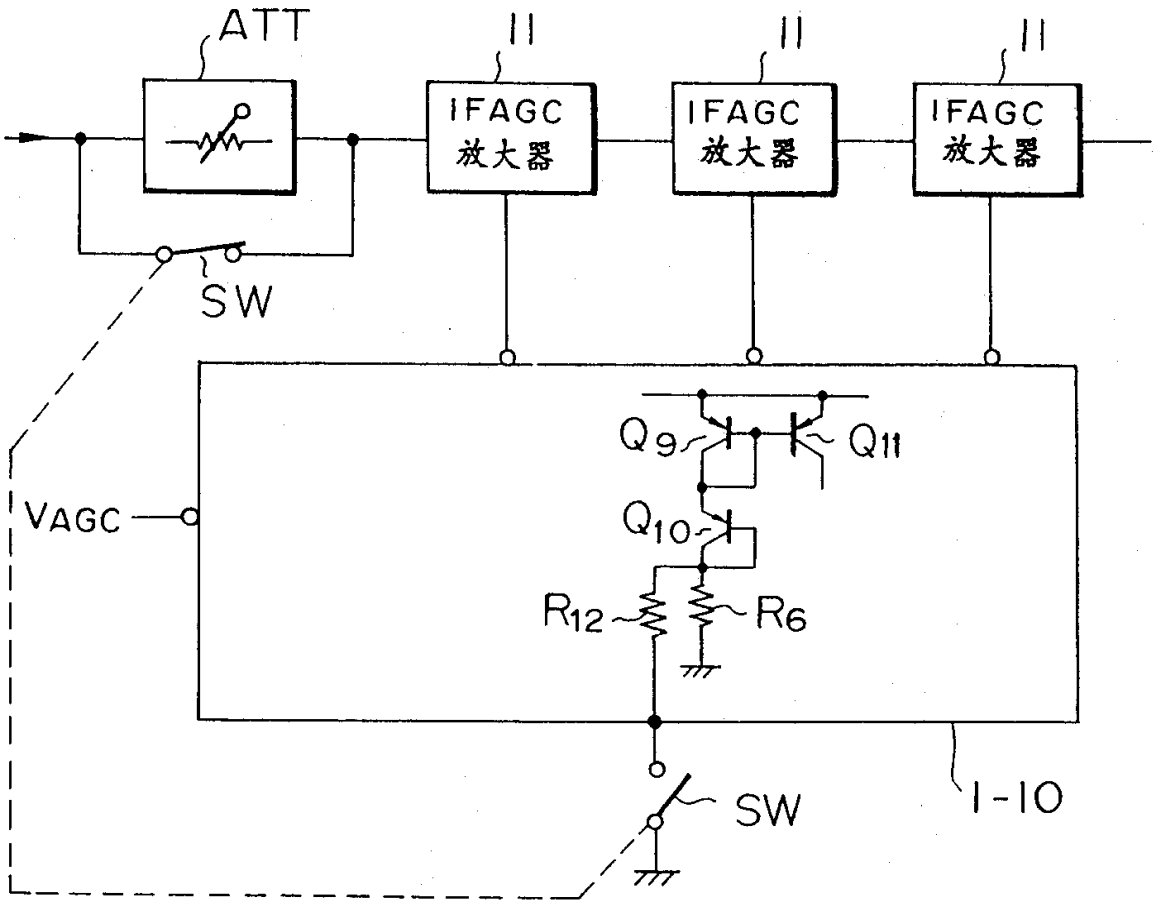

ATT
11
11
11
IFAGC
放大器
IFAGC
放大器
IFAGC
放大器
SW
VAGC
Q9
Q11
Q10
R12
R6
SW
1-10

图8

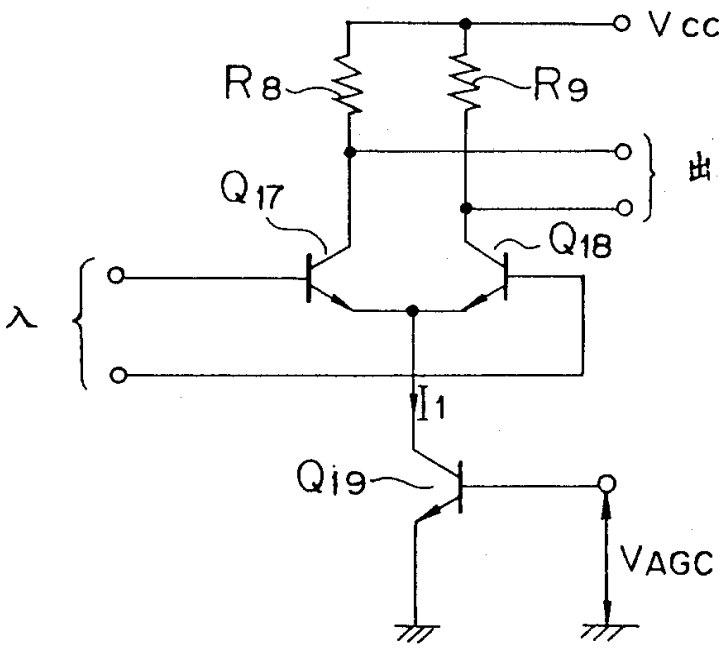


图9

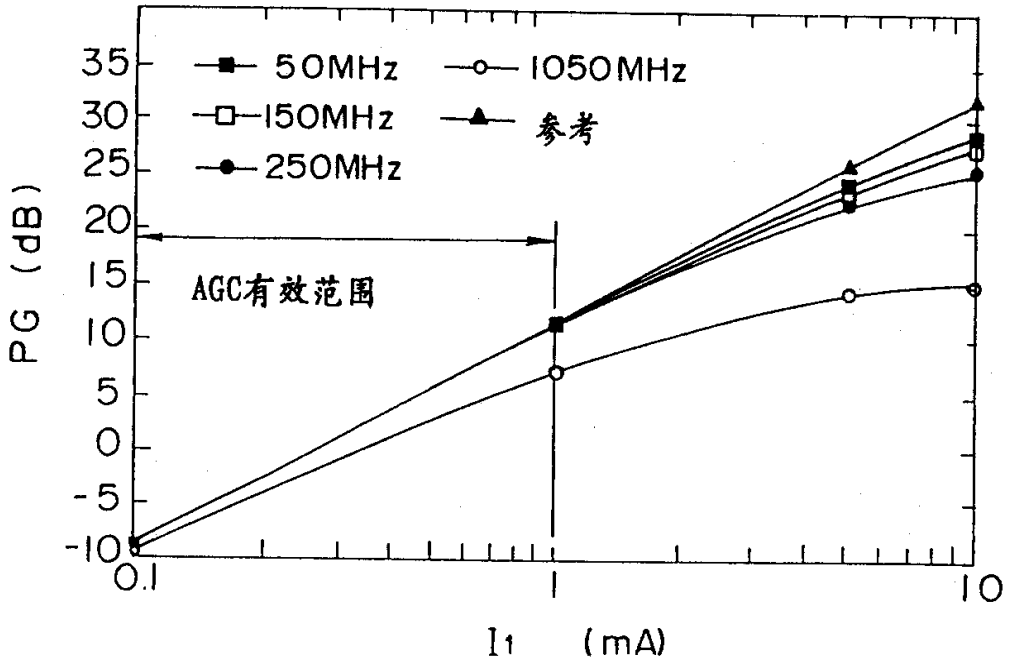

50MHz
1050MHz
150MHz
参考
250MHz
AGC有效范围
PG (dB)
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
-10
0.1
1
10
I1 (mA)

图10

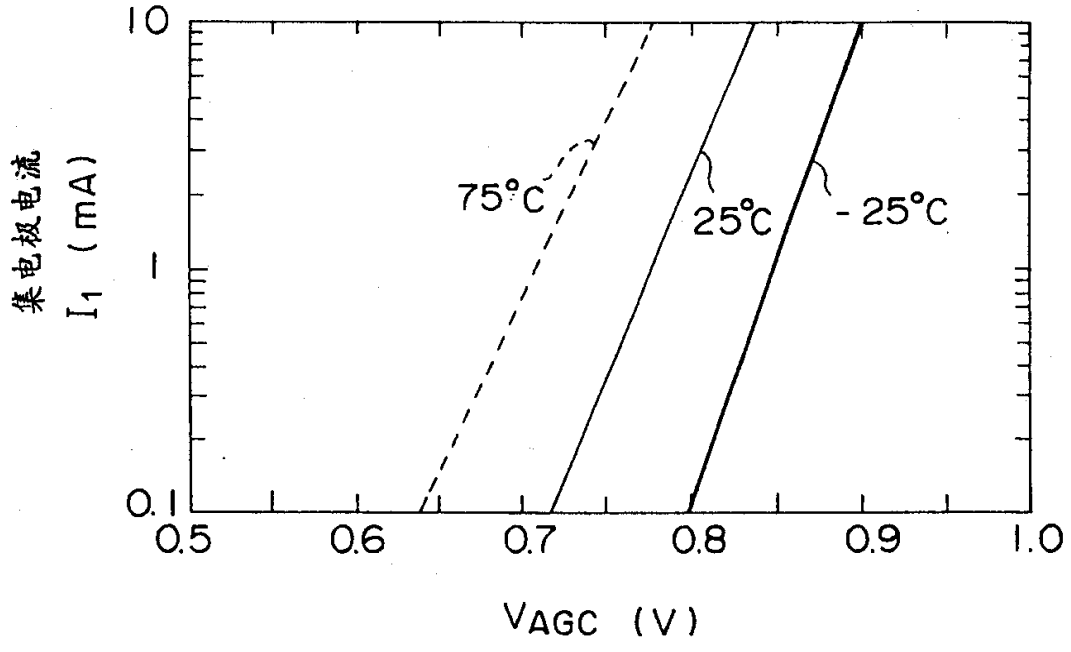

集电极电流
I1 (mA)
10
1
0.1
75°C
25°C
-25°C
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1.0
VAGC (V)

图11