

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02140001.6

H04J 13/00 (2006.01)  
H04Q 7/32 (2006.01)  
H04Q 7/30 (2006.01)  
H04B 7/26 (2006.01)  
H04B 7/02 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1270463C

[22] 申请日 2002.12.29 [21] 申请号 02140001.6

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

[30] 优先权

代理人 吕晓章

[32] 2001.12.29 [33] KR [31] 88234/01

[71] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 金成珍 李炫又 金基镐

审查员 傅海望

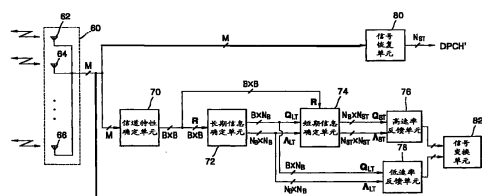
权利要求书 9 页 说明书 19 页 附图 17 页

## [54] 发明名称

有多个发送和接收天线的移动通信设备和方  
法

## [57] 摘要

提供一种有多个发送和接收天线的移动通信设备及其上执行的移动通信方法。在包括基站和移动站的移动通信设备中，有至少一个发送天线的基站从接收的反馈信号中恢复长期信息和短期信息，利用从恢复的长期信息和短期信息产生的基本信息空间处理专用物理信道，并发送导频信道信号和空间处理结果的相加结果到基站。有至少一个接收天线的基站利用从基站发送的 PICH 信号确定对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特征的第一特性，根据第一特性确定长期信息和短期信息，变换确定的长期信息和短期信息为反馈信号，并发送反馈信号到基站。因此，可以减少干扰和噪声的影响，并增大传输数据的通过量，从而减小衰落的影响。



1. 一种有多个发送和接收天线的移动通信设备, 该设备包括基站和移动站,
- 5 其中, 基站包括:  
至少两个发送天线;  
信息恢复单元, 其从自移动站接收的反馈信号中, 恢复长期信息和短期信息;
- 10 基本信息产生单元, 其产生包括从已恢复的长期信息和短期信息中产生的多个基矢量和基值的基本信息;  
基矢量施加单元, 其使用基本信息对专用物理信道 (DPCH) 信号进行空间处理; 和  
加法器, 其将导频信道 (PICH) 信号加到空间处理结果的结果发送至移动站, 并且
- 15 其中移动站包括:  
至少两个接收天线;  
信道特性确定单元, 其根据从基站发送的 PICH 信号, 确定对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的信道特性;  
长期信息确定单元, 其确定反映信道特性的长期信息;
- 20 短期信息确定单元, 其确定反映信道特性和长期信息的短期信息;  
信号变换单元, 其将所确定的长期信息和短期信息变换成反馈信号, 并且发送该反馈信号至基站; 并且  
其中, 长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值, 短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。
- 25 2. 根据权利要求 1 的移动通信设备, 其中移动站还包括:  
高速率反馈单元, 编码从短期信息确定单元输入的短期信息为多个位, 并以第一预定时间间隔输出位编码的结果; 和  
低速率反馈单元, 编码从长期信息确定单元输入的长期信息为多个位, 并以第二预定时间间隔输出位编码的结果;
- 30 所述信道特性确定单元从自至少两个接收天线接收的 PICH 信号中确定第一特性, 并且根据要被提供给长期信息确定单元和短期信息确定单元作为

信道特性的第一特性确定第二特性，并且第二特性对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的瞬时相关性，接收天线发送反馈信号到基站，并且第一预定时间间隔短于第二预定时间间隔。

3. 根据权利要求 2 的移动通信设备，其中移动站还包括信号恢复单元，  
5 从经至少一个接收天线接收的空间处理结果，恢复专用物理信道信号并输出恢复的专用物理信道信号。

4. 根据权利要求 2 的移动通信设备，其中长期信息确定单元包括：  
累加部分，累加从信道特性确定单元输入的第二特性，并输出累加结果  
作为第三特性；和  
10 第一特征值分解和计算部分，利用特征值分解方法，从第三特性产生有效长期特征矢量和有效长期特征值，

其中，第三特性对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的长期相关性。

5. 根据权利要求 4 的移动通信设备，其中，第一特征值分解和计算部分  
15 包括：

第一特征值分解器，通过特征值分解方法，利用从累加部分输入的第三特性产生长期特征矢量和长期特征值；

第一矢量计数器，计数大于第一预定阈值的长期特征值的数量并输出计数结果作为有效长期特征矢量数；和

20 第一选择器，从第一特征值分解器输入的长期特征矢量中，选择在数量等于有效长期特征矢量数的、其噪声已被消除的长期特征矢量，从第一特征值分解器输入的长期特征值中，选择在数量等于有效长期特征矢量数的、其噪声已被消除的长期特征值，并输出选择的长期特征矢量和长期特征值分别  
作为有效长期特征矢量和有效长期特征值；

25 其中第一预定阈值表示第三特性中的噪声电平。

6. 根据权利要求 2 的移动通信设备，其中短期信息确定单元包括：

短期相关性确定部分，利用从信道特性确定单元输入的第二特性和长期信息，确定第四特性并输出第四特性；和

30 第二特征值分解和计算部分，利用特征值分解方法，从第四特性产生有效短期特征矢量和有效短期特征值，并输出产生的有效短期特征矢量和有效短期特征值；

其中，第四特性对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的短期相关性。

7. 根据权利要求6的移动通信设备，其中，第二特征值分解和计算部分包括：

5 第二特征值分解器，通过特征值分解方法，利用从短期相关性确定部分输入的第四特性产生短期特征矢量和短期特征值；

第二矢量计数器，计数大于第二预定阈值的短期特征值数，并根据计数结果和有效短期特征矢量数的最大数，来计算有效短期特征矢量数；和

10 第二选择器，从第二特征值分解器输入的短期特征矢量中，选择在数量等于有效短期特征矢量数的、其噪声已被消除的短期特征矢量，从第二特征值分解器输入的短期特征值中，选择在数量等于有效短期特征矢量数的、其噪声已被消除的短期特征值，并输出选择的短期特征矢量和短期特征值分别作为有效短期特征矢量和有效短期特征值；

其中，第二预定阈值表示第四特性中的噪声电平。

15 8. 根据权利要求1的移动通信设备，其中，基站还包括：

增益调整单元，其根据从基值获得的增益值来调整DPCH信号的相对幅度，并且提供所调整的结果至基矢量施加单元。

9. 根据权利要求8的移动通信设备，其中基本信息产生单元包括：

第一乘法部分，将恢复的长期信息和短期信息相乘并输出积；

20 第二乘法部分，利用来自第一乘法部分的积计算自相关矩阵，并输出计算的自相关矩阵；

第三特征值分解和计算部分，利用从第二乘法部分输入的自相关矩阵和恢复的短期信息，产生有效瞬时特征矢量和有效瞬时特征值，并输出产生的有效瞬时特征矢量和有效瞬时特征值分别作为基矢量和基值；和

25 功率分配部分，利用从第三特征值分解和计算部分输入的基值和信噪比，计算各个信道的功率分配比，根据计算的功率分配比，分配总功率到各个信道，并输出分配的结果作为增益值。

10. 根据权利要求9的移动通信设备，其中，第一乘法部分根据如下公式将恢复的长期信息和短期信息相乘，并输出积 $W^m$ 到第二乘法部分：

30

$$W^m = Q_{LT}' \Lambda_{LT}'^{1/2} Q_{ST}' \Lambda_{ST}'^{1/2}$$

其中,  $Q_{LT}'$ 和 $\Lambda_{LT}'$ 表示恢复的长期信息, 并且其中, 分别是恢复的有效长期特征矢量 $Q_{LT}'$ 和有效长期特征值 $\Lambda_{LT}'$ ,  $Q_{ST}'$ 和 $\Lambda_{ST}'$ 表示恢复的短期信息, 并且其中, 分别是恢复的有效短期特征矢量 $Q_{ST}'$ 和有效短期特征值 $\Lambda_{ST}'$ 。

- 5 11. 根据权利要求9的移动通信设备, 其中第三特征值分解和计算部分包括:

第三特征值分解器, 通过特征值分解方法, 利用从第二乘法部分输入的自相关矩阵, 产生瞬时特征矢量和瞬时特征值并输出产生的瞬时特征矢量和瞬时特征值;

- 10 矢量计数恢复器, 利用由信息恢复单元恢复和输入的短期信息, 恢复有效短期特征矢量数, 并输出恢复的有效短期矢量数; 和

- 第三选择器, 从第三特征值分解器输入的瞬时特征矢量中, 选择数量等于有效短期特征矢量数的、其噪声已被消除的瞬时特征矢量, 从第三特征值分解器输入的瞬时特征值中, 选择数量等于恢复的有效短期特征矢量数的、  
15 其噪声已被消除的瞬时特征值, 并输出选择的瞬时特征矢量和瞬时特征值分别作为基矢量和基值。

12. 根据权利要求9的移动通信设备, 其中功率分配部分利用基值和信噪比通过注水方法(water filling method)计算功率分配比。

13. 根据权利要求8的移动通信设备, 其中, 增益调整单元包括:  
20 控制器, 利用增益值, 通过线性比例计算调制级并输出计算的调制级;  
 $P_1$ -级、 $P_2$ -级、...、和 $P_{N_{ST}}$ -级调制器, 根据从控制器输入的调制级, 调制专用物理信道信号并输出每个调制结果, 其中,  $N_{ST}$ 表示有效短期特征矢量数; 和

- 第一、第二、...第 $N_{ST}$ 乘法器, 将来自相应 $P_1$ -级、 $P_2$ -级、...、和 $P_{N_{ST}}$ -  
25 级调制器的调制结果和增益值相乘, 并输出积作为增益调整结果。

14. 根据权利要求13的移动通信设备, 其中 $P_1$ -级、 $P_2$ -级、...、和 $P_{N_{ST}}$ -级调制器, 根据正交幅度调制的调制级, 调制专用物理信道信号。

15. 根据权利要求13的移动通信设备, 其中, 增益调整单元还包括第  
( $N_{ST}+1$ )乘法器, 用来自第一、第二、...第 $N_{ST}$ 乘法器的积乘以加扰/扩频信  
30 号流, 并输出积到基矢量施加单元作为增益调整结果。

16. 根据权利要求8的移动通信设备, 其中基矢量施加单元作还包括第

( $N_{sr}+2$ ) 乘法器, 用从增益调整单元输入的增益调整结果乘以从基本信息产生单元输入的基矢量, 并输出积作为空间调整结果。

17. 一种在有至少两个发送天线的基站与有至少两个接收天线的移动站之间执行的移动通信方法, 该方法包括步骤 (a), 从移动站接收的反馈信号中, 恢复在移动站确定的、反映对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的第一特性的长期信息和短期信息, 利用包括从已恢复的长期信息和短期信息产生的多个基矢量和基值的基本信息来空间处理专用物理信道 (DPCH) 信号, 将导频信道信号 (PICH) 加到空间处理结果上, 并发送相加的结果到移动站; 和

10 (b) 根据基站发送的 PICH 信号确定第一特性, 根据第一特性确定长期信息和短期信息, 变换长期信息和短期信息为反馈信号, 并发送反馈信号到基站,

其中, 长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值, 短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

15 18. 一种移动通信方法, 其中, 步骤 (a) 包括以下步骤:

(a1) 从经至少一个发送天线接收的反馈信号, 恢复长期信息和短期信息;

(a2) 从恢复的长期信息和短期信息, 产生作为基本信息的基矢量和基值, 并从产生的基值确定增益值;

20 (a3) 利用增益值, 调整专用物理信道信号的相对幅度;

(a4) 施加基矢量到调整结果, 并确定这些结果作为空间处理结果; 和

(a5) 将导频信道信号加到空间处理结果上, 并经至少一个发送天线发送相加结果到移动站。

19. 根据权利要求 19 的移动通信方法, 其中步骤 (a2) 包括以下步骤:

25 (a21) 在步骤 (a1) 后, 把恢复的长期信息和短期信息相乘, 获得接收信道特性矩阵;

(a22) 从接收信道特性矩阵计算自相关矩阵;

(a23) 从自相关矩阵和恢复的短期信息产生有效瞬时特征矢量和有效瞬时特征值, 并确定产生的有效瞬时特征矢量和有效瞬时特征值分别为基矢量和基值; 和

30 (a24) 利用基值和信噪比计算功率分配比, 利用功率分配比分配总功率

给各信道，确定分配结果作为增益值，并进入步骤（a3）。

20. 根据权利要求 20 的移动通信方法，其中步骤（a23）包括以下步骤：  
步骤（a22）后，利用特征值分解方法，从自相关矩阵产生瞬时特征矢量和瞬时特征值；

- 5 从恢复的短期信息，恢复有效短期特征矢量数；和  
从产生的瞬时特征矢量中，选择数量等于恢复的有效短期特征矢量数的、噪声已被消除的瞬时特征矢量，从产生的瞬时特征值中，选择数量上等于恢复的有效短期特征矢量数的、噪声已被消除的瞬时特征值，并输出选择的瞬时特征矢量和瞬时特征值分别作为基矢量和基值。

- 10 21. 根据权利要求 19 的移动通信方法，其中步骤（a3）包括在步骤（a2）之后，利用增益值调整调制级、编码率和专用物理信道信号幅度的（a31）并进入步骤（a4）。

22. 根据权利要求 22 的移动通信方法，其中步骤（a3）包括用步骤（a31）的调整结果乘以加扰/扩频信号流，并进入步骤（a4）。

- 15 23. 根据权利要求 22 的移动通信方法，其中步骤（a31）包括：  
步骤（a2）后，利用增益值，通过线性比例获得调制级；和  
根据调制级，调制专用物理信道信号；和  
用调制结果乘以增益值，并进入步骤（a4）。

- 20 24. 根据权利要求 19 的移动通信方法，其中步骤（a4）包括由步骤（a3）的调整结果乘以基矢量，确定积作为空间处理结果，并进入步骤（a5）。

25. 根据权利要求 19 的移动通信方法，其中步骤（b）包括以下步骤：  
（b1）从经至少一个接收天线接收的导频信道信号确定第一特性，并利用确定的第一特性产生第二特性；

- 25 （b2）利用第二特性，确定有效长期特征矢量和有效长期特征值；  
（b3）从第二特性和长期信息，确定有效短期特征矢量和有效短期特征值；和

（b4）分别变换在步骤（b2）和（b3）确定的长期信息和短期信息为反馈信号，并经至少一个接收天线发送变换的反馈信号到基站；

- 30 其中，第二特性对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的瞬时相关性。

26. 根据权利要求 26 的移动通信方法，其中步骤（b）还包括从经至少

一个接收天线接收的空间处理结果恢复导频信道信号。

27. 根据权利要求 26 的移动通信方法，其中步骤 (b2) 包括以下步骤：  
(b21) 步骤 (b1) 后，累加第二特性和确定累加结果作为第三特性；和  
(b22) 利用特征值分解方法，从第三特性产生有效长期特征矢量和有效  
5 长期特征值并进入步骤 (b3)；

其中，第三特性对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特征的长期相关性。

28. 根据权利要求 28 的移动通信方法，其中步骤 (b22) 包括以下步骤：  
步骤 (b21) 后，利用特征值分解方法，从第三特性产生长期特征矢量和  
10 长期特征值；

计数大于第一预定阈值的长期特征值的数量并确定计数结果作为有效长期特征矢量数；和

- 从产生的长期特征矢量中，选择数量等于恢复的有效长期特征矢量数的、  
噪声已被消除的长期特征矢量，从产生的长期特征值中，选择数量上等于有  
15 效长期特征矢量数的、噪声已被消除的长期特征值，并确定选择的长期特征  
矢量和有效长期特征值分别作为有效长期特征矢量和有效长期特征值，并进  
入步骤 (b3)；

其中，第一预定阈值表示第三特性中的噪声电平。

29. 根据权利要求 26 的移动通信方法，其中步骤 (b3) 包括以下步骤：  
20 (b31) 步骤 (b2) 后，从第二特性和长期信息确定第四特性；和  
(b32) 利用特征值分解方法从第四特性产生有效短期特征矢量和有效短  
期特征值并进入步骤 (b4)；

其中，第四特性对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特征的短期相关性。

30. 根据权利要求 30 的移动通信方法，其中步骤 (b32) 包括以下步骤：  
25 步骤 (b31) 后，利用特征值分解方法，从第四特性产生短期特征矢量和  
短期特征值；

计数大于第二预定阈值的短期特征值数，并利用计数结果和有效短期特  
征矢量的预定最大数，确定有效短期特征矢量数；和

- 30 从产生的各短期特征矢量中，选择数量等于有效短期特征矢量数的、噪  
声已被消除的短期特征矢量，从产生的各短期特征值中，选择数量上等于有

效短期特征矢量的、噪声已被消除的短期特征值，并确定选择的短期特征矢量和有效短期特征值分别作为有效短期特征矢量和有效短期特征值；

其中第二预定阈值表示第四特性中的噪声电平。

31. 一种信号传送设备，包括：

5 至少两个发送天线；

信息恢复单元，其从自移动站接收的反馈信号中，恢复长期信息和短期信息；

基本信息产生单元，其产生包括从已恢复的长期信息和短期信息中产生的多个基矢量和基值的基本信息；

10 基矢量施加单元，其使用基本信息对专用物理信道(DPCH)信号进行空间处理；和

加法器，其将导频信道(PICH)信号加到空间处理结果的结果发送至移动站，

15 其中，长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值，短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

32. 一种信号接收设备，包括：

至少两个接收天线；

信道特性确定单元，其根据从基站发送的 PICH 信号，确定对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的信道特性；

20 长期信息确定单元，其确定反映信道特性的长期信息；

短期信息确定单元，其确定反映信道特性和长期信息的短期信息；

信号变换单元，其将所确定的长期信息和短期信息变换成反馈信号，并且发送该反馈信号至基站；并且

25 其中，长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值，短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

33. 一种由具有至少两个发送天线的基站执行的信号发送方法，该方法包括：

(a) 从移动站接收的反馈信号中，恢复在移动站确定的、反映对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的第一特性的长期信息和短期信息；

30 (b) 利用包括从已恢复的长期信息和短期信息中产生的多个基矢量和基值的基本信息空间处理专用物理信道(DPCH)信号；

(c) 将导频信道(PICH)信号加到空间处理结果上;并

(d) 发送相加的结果到移动站, 并且

其中, 长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值, 短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

5        34. 一种由具有至少两个接收天线的移动站执行的信号接收方法, 该方法包括:

(a) 根据基站发送的 PICH 信号确定第一特性;

(b) 根据第一特性确定长期信息和短期信息;

(c) 变换长期信息和短期信息为反馈信号; 并

10        (d) 发送反馈信号到基站, 并且

其中长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值, 短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

## 有多个发送和接收天线的移动通信设备和方法

### 5 技术领域

本发明涉及移动通信，特别是涉及一种具有多个发送和接收天线，可以最小化衰落、干扰和噪声影响的移动通信设备及其方法。

### 背景技术

10 下一代移动通信系统要求比用于个人通信服务的移动通信系统更快的高速数据传输。作为无线通信标准，欧洲和日本已采用 W-CDMA (Wideband-Code Division Multiple Access, 宽带码分多址) 方案，而北美则已采用 CDMA-2000 方案。

移动通信系统通常是由基站和经由基站彼此通信的多个移动站构成的。  
15 移动通信系统中的高速数据传输可以通过减小受信道特性影响的诸如衰落之类的用户间干扰和信号损失来实现。已经采用分集技术防止由于衰落所导致的通信不稳定。象这样的技术，空间分集技术，使用多个天线。

对未来的移动通信系统而言，多天线的使用被认为是必需的。因为，它可以减小用户间干扰。用于增加发送机容量的发送多天线系统，由于下一代  
20 移动通信的特点，要求宽带发送，这种发送机采用以多天线克服信号衰落的分集技术。

对高速数据传输而言，解决信号衰落问题是根本问题，它是影响一般移动通信系统性能的最重要的信道特性。这是因为衰落可能将接收信号的幅度降低到几十 dB 或甚至几个 dB。多种分集技术被应用于克服衰落。普通的 CDMA  
25 技术利用瑞克接收机，该接收机使用信道的延迟扩展，接收多径信号，并对应于接收分集技术。但是，当延迟扩展很小时，这种接收分集技术将不起作用。

多普勒扩展信道需要使用交织和编码技术的时间分集技术。但是，时间分集技术不能利用于低速多普勒信道。具有小延迟扩展和普通信道的室内信  
30 道，是低速多普勒信道的典型例子，需要空间分集技术来克服衰落。空间分集技术利用两个或多个天线，通过切换天线，克服在传输期间由于衰落造成

的信号衰减。空间分集分为需要多个接收天线的接收天线分集和需要多个发送天线的发送天线分集。由于成本和空间的原因，在单个移动站采用接收天线分集是不切实际的，而代之以在基站采用发送天线分集。

5 发送天线分集分为：闭环发送分集，其中，移动站反馈下行链路信道信息回基站；开环发送分集，从移动站到基站没有反馈发生。根据发送分集方法，移动站确定每个信道的相位和幅度，以获得最佳权值。为了确定信道的相位和幅度，基站通过每个天线发送导频信号到移动站。然后，移动站从每个导频信号，确定信道的相位和幅度，并根据信道的相位和幅度获得最佳权值。

10 发送天线分集中，分集效果和信噪比的改善随着天线数的增加而增加。但是，分集效率却随着使用在基站的天线（或信号发送路径）数，即分集度的增加而降低。因此，持续增加天线数超过某个点，仅仅是为了实现非常高的分集效果，可能是不经济和不切实际的。但是，增加用于基站的天线数，来减小干扰信号的功率和增大内部信噪比，是一种有效和相当实际的技术。

15 提供分集效果和定向效果（beamforming effect）保护内部信号不受干扰和噪声影响的发送自适应天线阵系统（transmission adaptive antenna array system）被称为“下行链路定向系统”（downlink beamforming system）。具体地，发送分集中利用反馈信息的系统被称为“闭环下行链路定向系统”（closed loop downlink beamforming system）。利用从各个移动站向基站  
20 反馈信息的闭环下行链路波束形成系统要求足够宽的反馈信道带宽。如果反馈信道的带宽不够宽，由于对信道信息的变化自适应性差，通信性能变差。

欧洲 IMT-2000 标准协会已采用 TxAA（Transmission Antenna Array，发送天线阵）模式 1 和 2，在 3GPP R99 版中，这些模式是两个天线的闭环发送分集方案。诺基亚提出的 TxAA 模式 1 中仅反馈两个天线之间的相位变化，而  
25 摩托罗拉提出的 TxAA 模式 2，反馈两个天线之间的增益以及相位。TxAA 模式 1 和 2 由 3GPP 公开在 UMTS（Universal Mobile Telecommunications system，通用移动通信系统）规范中。

用于闭环发送分集的 TxAA 模式 1 或 2 利用自适应天线阵并施加不同复数权值（weight）给自适应发送天线阵的每个天线。施加到自适应天线阵的权  
30 值与发送信道相关，因而被表示为，例如， $w=h^*$ 。这里， $w$  是发送天线阵权值， $h$  是发送阵信道矢量（transmission array channel vector）。下文，

粗体符号表示矢量，非粗体符号表示标量。

5 一般，移动通信系统中采用频分复用技术，发送和接收信道具有不同特性。这样，需要由基站反馈回来发送信道信息以确定发送信道  $h$  特性。根据 TxAA 模式 1 或 2，移动站计算从信道信息  $h$  获得的加权信息，并反馈计算的加权信息  $w$  到基站。

10 TxAA 模式 1 仅量化加权信息  $w$  的相位分量  $\theta_2 - \theta_1$  为 2 个位，并反馈量化的结果。加权信息  $w$  表示为  $w = [ |w_1| \exp(j\theta_1), |w_2| \exp(j\theta_2) ]$ ，其中  $w_1$  和  $w_2$  是标量。这里，相位精度是  $\pi/2$ ，最大量化误差是  $\pi/4$ 。求精模式 (refined mode) 在每个时间点仅更新两个位之一，用以增加反馈效率。作为一个例子，两个位可能的组合包括  $\{b(2k), b(2k-1)\}$  和  $\{b(2k), b(2k+1)\}$ ，其中， $b$  表示每个连续时隙期间的一个反馈位。

15 TxAA 模式 2 反馈加权信息的相位和增益两个分量。加权信息的相位按 3 位反馈，而加权信息的增益按 1 位反馈。因此，相位精度是  $\pi/4$ ，并且最大量化误差是  $\pi/8$ 。逐次求精模式 (progressive refine mode) 在每个时间点仅更新 4 个位之一，用以增加反馈效率。这种逐次求精模式没有限制，不象有限制的求精模式，每个位应当是正交基础的值。

当天线数量和空间信道特性变化时，上述 TxAA 模式 1 和 2 存在如下问题。

20 首先，当天线数量增加时，应当反馈的对每个天线的加权量也增加。依靠移动站的移动速度，通信性能将可能恶化。随着移动站的移动速度的增加，时空信道的变化，在通常衰落信道上变严重。在这种情况下，信道信息的反馈速度应当增加。为此，如果信道信息的反馈速度受到限制，由于反馈信息量随天线数量的增加而增加，通信性能可能恶化。

25 其次，当天线分隔不能足够远时，对于每个天线的各个信道之间的相关性增加。这种信道到信道相关性的增加，降低信道矩阵中传送信息的数量。利用有效反馈方案可以防止随移动站高速移动而出现的通信性能恶化。但是，由于 TxAA 模式 1 和 2 是在两个天线的时空信道是完全独立的假设下定义的，因此，当天线数和时空信道特性变化时，无法保证效率。另外，TxAA 模式 1 和 2 尚不能应用到使用多于两个天线的情况下。

30 发明内容

为了解决上述的问题，本发明的一个目的是提供一种具有多个发送和接

收天线的移动通信设备，该设备包括基站和移动站，其中，基站包括：至少两个发送天线；信息恢复单元，其从自移动站接收的反馈信号中，恢复长期信息和短期信息；基本信息产生单元，其产生包括从已恢复的长期信息和短期信息中产生的多个基矢量和基值的基本信息；基矢量施加单元，其使用基本信息对专用物理信道(DPCH)信号进行空间处理；和加法器，其将导频信道(PICH)信号加到空间处理结果的结果发送至移动站，并且其中移动站包括：至少两个接收天线；信道特性确定单元，其根据从基站发送的PICH信号，确定对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的信道特性；长期信息确定单元，其确定反映信道特性的长期信息；短期信息确定单元，其确定反映信道特性和长期信息的短期信息；信号变换单元，其将所确定的长期信息和短期信息变换成反馈信号，并且发送该反馈信号至基站；并且其中，长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值，短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。其中，长期信息和短期信息从移动站反馈到基站，长期信息和短期信息反映了用于基站和移动站的每个发送和接收天线空间信道的下行链路特性，基站和移动站分别包括多个发送和接收天线，从而，减小干扰和噪声的影响，并最大化数据发送吞吐量，从而减小衰落的影响。

本发明的另外的目的是提供一种在上述具有多个发送和接收天线的移动通信设备中执行的移动通信方法。

根据本发明的一个方面，提供一种有多个发送和接收天线的移动通信设备，该设备包括基站和移动站。有至少一个发送天线的基站从移动站接收的反馈信号中恢复长期信息和短期信息，利用从恢复的长期信息和短期信息产生的基本信息，空间处理DPCH(Dedicated Physical Channel, 专用物理信道)信号，将PICH(Pilot Channel, 导频信道)信号加到空间处理结果，并将相加结果发送到移动站。有至少一个接收天线的移动站从基站发送的PICH信号，确定对应于每个发送和接收天线信道的下行链路特性的第一特性，确定反映第一特性的长期信息和短期信息，变换确定的长期信息和短期信息为反馈信号，并发送反馈信号到基站。这里，长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值，短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

根据本发明的另一方面，提供一种在具有至少一个发送天线基站与具有至少一个接收天线的移动站之间执行的移动通信方法，该方法包括：从移动站接收的反馈信号中，恢复在移动站中确定的、反映每个发送和接收天线的

对应信道下行链路特性的第一特性的长期信息和短期信息；利用从恢复的长期信息和短期信息产生的基本信息，空间处理 DPCH 信号；将 PICH 信号加到空间处理结果上，并发送相加的结果到移动站，和根据基站发送的 PICH 信号确定第一特性，根据第一特性确定长期信息和短期信息，变换长期信息和短期信息为反馈信号，并发送反馈信号到基站。其中，长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值，短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

最好，移动通信方法还包括从基站发送的 PICH 信号确定第一特性，并根据第一特性确定长期信息和短期信息，变换长期信息和短期信息为反馈信号，并发送反馈信号到基站。

根据本发明的一个方面，提供一种移动通信方法，其中包括以下步骤：  
(a1) 从经至少一个发送天线接收的反馈信号，恢复长期信息和短期信息；  
(a2) 从恢复的长期信息和短期信息，产生作为基本信息的基矢量和基值，并从产生的基值确定增益值；(a3) 利用增益值，调整专用物理信道信号的相对幅度；(a4) 施加基矢量到调整结果，并确定这些结果作为空间处理结果；和 (a5) 将导频信道信号加到空间处理结果上，并经至少一个发送天线发送相加结果到移动站。

根据本发明的一个方面，提供一种信号传送设备，包括：至少两个发送天线；信息恢复单元，其从自移动站接收的反馈信号中，恢复长期信息和短期信息；基本信息产生单元，其产生包括从已恢复的长期信息和短期信息中产生的多个基矢量和基值的基本信息；基矢量施加单元，其使用基本信息对专用物理信道 (DPCH) 信号进行空间处理；和加法器，其将导频信道 (PICH) 信号加到空间处理结果的结果发送至移动站，其中，长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值，短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

根据本发明的一个方面，提供一种信号接收设备，包括：至少两个接收天线；信道特性确定单元，其根据从基站发送的 PICH 信号，确定对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的信道特性；长期信息确定单元，其确定反映信道特性的长期信息；短期信息确定单元，其确定反映信道特性和长期信息的短期信息；信号变换单元，其将所确定的长期信息和短期信息变换成反馈信号，并且发送该反馈信号至基站；并且其中，长期信息包括有效长期

特征矢量和有效长期特征值，短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

5 根据本发明的一个方面，提供一种由具有至少两个发送天线的基站执行的信号发送方法，该方法包括：(a)从移动站接收的反馈信号中，恢复在移动站确定的、反映对应于每个发送和接收天线的信道下行链路特性的第一特性的长期信息和短期信息；(b)利用包括从已恢复的长期信息和短期信息中产生的多个基矢量和基值的基本信息空间处理专用物理信道(DPCH)信号；(c)将导频信道(PICH)信号加到空间处理结果上，并(d)发送相加的结果到移动站，并且其中，长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值，短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

10 根据本发明的一个方面，提供一种由具有至少两个接收天线的移动站执行的信号接收方法，该方法包括：(a)根据基站发送的PICH信号确定第一特性；(b)根据第一特性确定长期信息和短期信息；(c)变换长期信息和短期信息为反馈信号；并(d)发送反馈信号到基站，并且其中长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值，短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

20

25

#### 附图说明

30 参照下列附图，对根据本发明的优选实施例详细地描述，本发明的上述目的和优点将变得更清楚，其中：

- 图 1 表示根据本发明的移动通信设备；
- 图 2 表示说明在图 1 的移动通信设备中执行的根据本发明的移动通信方法的流程图；
- 图 3 表示说明根据本发明的图 2 的步骤 30 的实施例的流程图；
- 5 图 4 表示如图 1 所示的第一移动站、第二移动站、或第 X 移动站的实施例的框图；
- 图 5 表示根据本发明的图 3 的步骤 42 的优选实施例的流程图；
- 图 6 表示根据本发明的图 4 的长期信息确定单元的实施例的框图；
- 图 7 表示说明根据本发明的图 5 的步骤 92 的实施例的流程图；
- 10 图 8 表示说明根据本发明的图 3 的步骤 44 的实施例的流程图；
- 图 9 表示根据本发明的图 4 的短时期信息确定单元的框图；
- 图 10 表示说明根据本发明的图 8 的步骤 132 的实施例的流程图；
- 图 11 表示说明根据本发明的图 2 的步骤 32 的实施例的流程图；
- 图 12 表示根据本发明的图 1 的基站的实施例的框图；
- 15 图 13 表示说明根据本发明的图 11 的步骤 162 的实施例的流程图；
- 图 14 表示根据本发明的图 12 的基本信息产生单元的实施例的框图；
- 图 15 表示说明根据本发明的图 13 的步骤 204 的实施例的流程图；
- 图 16 表示根据本发明的图 13 的执行图 15 实施例的第三特征值分解和计算部分的优选实施例的框图；
- 20 图 17 表示说明根据本发明的图 11 的步骤 164 的实施例的流程图；
- 图 18 表示说明根据本发明的图 17 的步骤 240 的实施例的流程图；
- 图 19 表示根据本发明的图 12 的增益调节单元的优选实施例的框图；
- 图 20 表示根据本发明的图 12 的基矢量施加单元实施例的框图。

## 25 具体实施方式

将参照附图，描述本发明的具有多个发送和接收天线的移动通信设备的结构和操作，以及在该移动通信设备中执行的移动通信方法。

参照图 1，该图是根据本发明的移动通信设备的示意图，移动通信设备包括基站 10 和第一移动站 20、第二移动站 22、...、和第 X 移动站 24。

- 30 图 2 表示在图 1 的移动通信设备中执行的、根据本发明的移动通信方法的流程图。在图 2 中表示的移动通信方法包括获得反馈信号（步骤 30），和

将利用从反馈信号中恢复的长期信息和短期信息，空间的处理

DPCH(Dedicated Physical Channel, 专用物理信道)信号加到 PICH (Pilot Channel, 导频信道) 信号中, 并发送相加结果 (步骤 32)。

在图 1 表示的第一到第 X 移动站 20 到 24 均执行相同的功能。基站 10 包括至少一个发送天线, 并且第一到第 X 移动站 20 到 24 均包括至少一个接收天线并且, 例如, 可以用一个终端实现。

图 1 中的基站 10 从第一、第二、...、和第 X 移动站 20、22、...、或 24 接收的反馈信号中恢复长期信息和短期信息, 利用从恢复的长期信息和短期信息产生的基本信息, 空间处理 DPCH 信号, 将空间处理的 DPCH 信号加到 PICH 信号上, 并发送相加结果到第一、第二、...、或第 X 移动站 20、22、...、24 (步骤 32)。这里, 由  $P_i(k)$  表示的 PICH 信号可以是 CPICH (Common Pilot Channel, 通用导频) 信号、DCPICH (Dedicated CPICH, 专用 CPICH) 信号、SCPICH (Secondary CPICH, 从属 CPICH) 信号等, 其中  $1 \leq i \leq B$ , 和 B 是指示发送天线数的大于或等于 1 的整数。

当根据本发明的基站 10 能支持上述的操作时, 每一个具有至少一个接收天线的第一、第二、...、和第 X 移动站 20、22、...、24 可以用任何方式实现, 只要第一、第二、...、和第 X 移动站 20、22、...、24 可以确定反映每个发送和接收天线的信道下行链路特性 (下面, “第一特性 H”, 其中 H 是矩阵) 的长期信息和短期信息。下面, 粗体符号表示矢量, 非粗体符号表示标量。每个发送和接收天线的信道下行链路特性 H 意味着从基站 10 通过信道发送到移动站 20、22、...、或 24 的信号的相位和幅度, 或增益。这里, 第一特性 H 的矩阵在列中由基站 10 的各发送天线的各信道和在行中由第一、第二、...、或第 X 移动站 20、22、...、24 的各接收天线的信道组成。第一特性 H 的矩阵的列元素是在发送天线空间获得的和其行元素是在接收天线空间获得的。

作为例子, 第一、第二、...、或第 X 移动站 20、22、...、或 24 从基站 10 发送的 PICH 信号中确定第一特性 H, 从第一特性 H 确定反映每个发送和接收天线的各信道之间特性的相关性的长期信息和短期信息, 变换确定的长期信息和短期信息为反馈信号, 并发送反馈信号到基站 (步骤 30)。长期信息包括有效长期特征矢量和有效长期特征值, 短期信息包括有效短期特征矢量和有效短期特征值。

为了便于理解本发明, 将首先描述根据本发明的第一、第二、...、或第

X 移动站 20、22、...、24 和步骤 30 的实施例，然后描述根据本发明的基站 10 和步骤 32 的实施例。

图 3 表示说明根据本发明的图 2 所示的步骤 30 的实施例 30A 的流程图。这个实施例包括确定第一特性 H (步骤 40)，确定信道的长期信息和短期信息 (步骤 42 和 44)，和变换确定的长期信息和短期信息为反馈信号 (步骤 46)。

图 4 表示图 1 所示的第一移动站 20、第二移动站 22、...、或第 X 移动站 24 的实施例的框图。图 4 所示的移动站包括天线阵 60、信道特性确定单元 70、长期信息确定单元 72、短期信息确定单元 74、高速率反馈单元 76、低速率反馈单元 78、信号恢复单元 80 和信号变换单元 82。

图 4 的天线阵 60 包括 M 个接收天线 62、64、...、66，其中 M 是大于或等于 1 的正整数，并接收从基站 10 发送的 PICH 信号和空间处理的 DPCH 信号。信道特性确定单元 70 从基站发送并通过天线阵 60 接收的 PICH 信号确定第一特性 H，并且利用如下公式 1 由第一特性 H 确定每个发送和接收天线的信道下行链路特性的瞬时相关性 (以下称“第二特性 R”)，并且输出确定的第二特性 R 到长期信息确定单元 72 和短期信息确定单元 74 (步骤 40)。第二特性 R 表示为  $B \times B$  矩阵。

$$R = H^H H \quad \dots (1)$$

在步骤 40 后，长期信息确定单元 72 由信道特性确定单元 70 确定的第二特性 R 确定有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  和有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$ ，它们构成长期信息，长期信息确定单元 72 还分别输出确定的有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  和有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$  到短期信息确定单元 74 和低速率反馈单元 78 (步骤 42)。这里，长期特征矢量具有与长期特征值一对一的映射关系。与有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$  一对一映射的长期特征矢量称为有效长期特征矢量  $Q_{LT}$ 。有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  在  $B \times N_B$  矩阵中，而有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$  在  $N_B \times N_B$  矩阵中。

下面，将参照附图，描述根据本发明的图 3 的步骤 42 和图 4 的长期信息确定单元 72 的实施例。

图 5 表示说明根据本发明，如图 3 所示的步骤 42 的优选实施例 42A 的流程图。该实施例包括：通过累加第二特性 R，获得每个发送和接收天线的信道下行链路特性的长期相关性 (步骤 90) 和从所获得的信道下行链路特性的

长期相关性确定长期信息（步骤 92）。

图 6 表示根据本发明图 4 的长期信息确定单元 72 的实施例 72A 的框图。实施例 72A 包括累加部分 100 和第一特征值分解和计算部分 110。

在图 3 的步骤 40 之后，图 6 的累加部分 100 累加从信道特性确定单元 5 70 输入的第二特性  $R$ ，并输出累加结果  $R_{LT}(k)$  到第一特征值分解和计算部分 110，作为对每个发送和接收天线的信道下行链路特征的长期相关值（以下称“第三特性  $R_{LT}$ ”）（步骤 90）。第三特性  $R_{LT}$ ，即，累加结果  $R_{LT}(k)$  按如下公式 2 表示为  $B \times B$  矩阵：

$$10 \quad R_{LT} = \Sigma H^H H = \Sigma R \quad \dots (2)$$

$$R_{LT}(k) = \rho R_{LT}(k-1) + R(k)$$

其中  $\rho$  是忽略系数，和  $k$  表示离散时间。

步骤 90 之后，第一特征值分解和计算部分 110 通过 EVD (EigenValue Decomposition, 特征值分解) 方法，利用从累加部分 100 输入的第三特性  $R_{LT}$ ，产生对应于长期信息的有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  和有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$ ，并分别输出产生的有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  和有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$  到短期信息确定单元 74 和低速率反馈单元 78（步骤 92）。在本实施例中应用的 EVD 技术公开在  
*“Matrix Computation”, G. Golub and C. Van. Loan, Johns Hopkins*  
 20 *University Press, London, 1996.*

下面，将描述本发明的图 5 的步骤 92 和图 6 的第一特征值分解和计算部分 110 的实施例。

图 7 表示说明根据本发明的图 5 的步骤 92 的实施例 92A 的流程图。实施例 92A 包括在长期特征矢量和长期特征值中选择有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  和有效  
 25 长期特征值  $\Lambda_{LT}$  作为长期信息（步骤 120 到 124）。

为了实现图 7 的实施例 92A，第一特征值分解和计算部分 110 可以如图 6 所示，由第一特征值分解器 112、第一矢量计数器 114 和第一选择器 116 实现。

在图 5 的步骤 90 之后，第一特征值分解器 112 通过上述 EVD 方法，利用  
 30 从累加部分 100 输入的第三特性  $R_{LT}$ ，产生  $B$  个从  $q_{LT1}$  到  $q_{LTB}$  的长期特征矢量和  $B$  个从  $\lambda_{LT1}$  到  $\lambda_{LTB}$  的长期特征值，输出产生的  $B$  个从  $\lambda_{LT1}$  到  $\lambda_{LTB}$  的长期特征值到

第一矢量计数器 114 和第一选择器 116, 并输出  $B$  个从  $q_{LT1}$  到  $q_{LTB}$  的长期特征矢量到第一选择器 116 (步骤 120)。

步骤 120 之后, 第一矢量计数器 114 计数大于第一预定阈值的长期特征值 (从  $\lambda_{LT1}$  到  $\lambda_{LTB}$ ), 确定计数结果作为有效长期特征矢量数  $N_b$ , 其中  $1 \leq N_b \leq B$ , 5 并输出确定的有效长期特征矢量数  $N_b$  到第一选择器 116 (步骤 122)。为此, 第一矢量计数器 114 可以用计数器 (未示出) 实现。第一预定阈值是一个近似 0 的非 0 值并代表第三特性  $R_{LT}$  中的噪声电平 (noise level)。

步骤 122 之后, 第一选择器 116 从第一特征值分解器 112 输入的  $B$  个从  $q_{LT1}$  到  $q_{LTB}$  的长期特征矢量中, 选择在数量上等于有效长期特征矢量数  $N_b$  的、其中噪声已被消除的长期特征矢量, 并且输出选择的、为列矢量的长期特征 10 矢量, 作为有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  (步骤 124)。另外, 第一选择器 116 从第一特征值分解器 112 输入的  $B$  个从  $\lambda_{LT1}$  到  $\lambda_{LTB}$  的长期特征值中, 选择在数量上等于有效长期特征矢量数  $N_b$  的、其中噪声已被消除的长期特征值, 并且输出选择的、在对角矩阵中的长期特征值, 作为有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$  (步骤 124)。

15 在图 3 的步骤 42 之后, 短期信息确定单元 74 利用从信道特性确定单元 70 输入的第二特性  $R$  和从长期信息确定单元 72 输入的包括有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  和有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$  的长期信息, 确定对应于短期信息的有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  和有效短期特征值  $\Lambda_{ST}$ , 并输出确定的有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  和有效短期特征值  $\Lambda_{ST}$  到高速率反馈单元 76 (步骤 44)。有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  在  $N_b \times N_{ST}$  20 矩阵中。有效短期特征值在  $N_{ST} \times N_{ST}$  矩阵。这里, 表示有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  数的  $N_{ST}$ , 应当小于由用户预定的有效短期特征矢量的最大数  $N_{STMAX}$ , 并且应当满足  $1 \leq N_{ST} \leq N_b \leq B$ 。

下面, 将参照附图描述本发明的图 4 的短期信息确定单元 74 和图 3 的步骤 44 的实施例。

25 图 8 表示说明根据本发明的图 3 的步骤 44 的实施例 44A 的流程图。实施例 44A 包括获得每个发送和接收天线的信道下行链路特性的短期相关性 (步骤 130) 和从确定的信道下行链路特性的短期相关性获得短期信息 (步骤 132)。

图 9 表示根据本发明的图 4 的短期信息确定单元 74 的实施例 74A 的框图。 30 实施例 74A 包括短期相关性确定部分 140 和第二特征值分解和计算部分 142。

在图 3 的步骤 42 之后, 短期相关性确定部分 140 从信道特性确定单元

70 输入的第二特性  $R$  和从长期信息确定单元 72 输入的、包括有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  和有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$  的长期信息，利用下面公式 (3) 确定每个发送和接收天线的信道下行链路特性的短期相关性 (下称, “第四特性  $R_{ST}$ ”), 并输出确定的第四特性  $R_{ST}$  到第二特征值分解和计算部分 142 (步骤 130)。第四

5 特性  $R_{ST}$  表示为  $N_B \times N_B$  矩阵。

$$R_{ST} = \Lambda_{LT}^{-\frac{1}{2}} Q_{LT}^H R Q_{LT} \Lambda_{LT}^{-\frac{1}{2}} \dots \quad (3)$$

在步骤 130 后, 第二特征值分解和计算部分 142 利用上述 EVD 方法, 由

10 短期相关性确定部分 140 输入的第四特性  $R_{ST}$  确定有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  和有效短期特征值  $\Lambda_{ST}$ , 并输出确定的有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  和有效短期特征值  $\Lambda_{ST}$  到高速率反馈单元 76 作为短期信息 (步骤 132)。

下面, 将描述图 8 的步骤 132 和图 9 的第二特征值分解和计算部分 142 的实施例。

15 图 10 表示说明本发明的图 8 的步骤 132 的实施例 132A 的流程图。实施例 132A 包括从短期特征矢量和短期特征值中选择有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  和有效短期特征值  $\Lambda_{ST}$  作为短期信息 (步骤 150 到 154)。

为了实现图 10 的实施例 132A, 如图 9 所示第二特征值分解和计算部分

20 142 可以用第二特征值分解器 144、第二向量计数器 146 和第二选择器 148 实现。

在图 8 的步骤 130 之后, 第二特征值分解器 144 通过上述 EVD 方法, 利用从短期相关性确定部分 140 输入的第四特性  $R_{ST}$  产生  $N_B$  个从  $q_{ST1}$  到  $q_{STNB}$  的短期特征矢量和  $N_B$  个从  $\lambda_{ST1}$  到  $\lambda_{STB}$  的短期特征值, 并输出产生的  $N_B$  个从  $\lambda_{ST1}$  到  $\lambda_{STNB}$  的短期特征值到第二向量计数器 146 和第二选择器 148, 输出产生的  $N_B$  个从

25  $q_{ST1}$  到  $q_{STNB}$  的短期特征矢量到第二选择器 148 (步骤 150)。

步骤 150 之后, 第二向量计数器 146 计数大于第二预定阈值的短期特征值  $\lambda_{ST1} - \lambda_{STB}$  的数, 根据计数结果和上述有效短期特征矢量的最大数  $N_{STMAX}$ , 确定有效短期特征矢量的数  $N_{ST}$ , 并输出确定的有效短期特征矢量的数  $N_{ST}$  到第二选择器 148 (步骤 152)。具体地, 如果计数结果等于或大于有效短期特征矢量的

30 的最大数  $N_{STMAX}$ , 第二向量计数器 146 输出有效短期特征矢量的最大数  $N_{STMAX}$  作为有效短期特征矢量数  $N_{ST}$ 。如果计数结果小于有效短期特征矢量的最大数

$N_{STMAX}$ , 第二矢量计数器 146 输出计数结果作为有效短期特征矢量数  $N_{ST}$ 。为此, 第二矢量计数器 146 可以用计数器 (未示出) 实现。第二预定阈值是近似 0 的非 0 值, 并且表示第四特性  $R_{ST}$  中的噪声电平。

步骤 152 之后, 第二选择器 148 从第二特征值分解器 144 输入的  $N_B$  个从  $q_{ST1}$  到  $q_{STNB}$  的短期特征矢量中, 选择在数量上等于有效短期特征矢量数  $N_{ST}$  的、其噪声已被消除的短期特征矢量, 并且输出选择的、为列矢量的短期特征矢量作为有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  (步骤 154)。另外, 第二选择器 148 从第二特征值分解器 144 输入的  $N_B$  个从  $\lambda_{ST1}$  到  $\lambda_{STNB}$  的短期特征值中, 选择在数量上等于有效短期特征矢量数  $N_{ST}$  的、其噪声已被消除的短期特征值, 并且输出在对角矩阵中选择的短期特征值作为有效短期特征值  $\Lambda_{ST}$  (步骤 154)。

在图 3 的步骤 44 之后, 第一移动站 20、第二移动站 22、...、或第 X 移动站 24 变换包括有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  和有效短期特征值  $\Lambda_{ST}$  的短期信息, 和包括有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  和有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$  的长期信息为适合反馈到基站 10 的反馈信号, 并经天线阵 69 发送变换的反馈信号到基站 10 (步骤 46)。

为执行步骤 46, 包括高速率反馈单元 76、低速率反馈单元 78 和信号变换单元 82。高速率反馈单元 76 编码从短期信息确定单元 74 输入的包括有效短期特征矢量  $Q_{ST}$  和有效短期特征值  $\Lambda_{ST}$  的短期信息为多个位, 并在第一预定时间间隔输出位编码的结果到信号变换单元 82。低速率反馈单元 78 编码从长期信息确定单元 72 输入的包括有效长期特征矢量  $Q_{LT}$  和有效长期特征值  $\Lambda_{LT}$  的长期信息为多个位, 并在第二预定时间间隔输出位编码的结果到信号变换单元 82。这里, 第一预定时间间隔短于第二预定时间间隔。例如, 第二预定时间间隔比第一预定时间间隔长 10 倍。在这种情况下, 从低速率反馈单元 78 输出一个长期信息位到信号变换单元 82, 而同时, 从高速率反馈单元 76 输出十个短期信息位到信号变换单元 82。因此, 短期信息比长期信息更快地发送到信号变换单元 82。信号变换单元 82 将从高速率反馈单元 76 输入的短期信息与从低速率反馈单元 78 输入的长期信息复用, 并输出复用的结果到天线阵 60 作为适合反馈的反馈信号。输入到天线阵 60 的反馈信号被发送到基站 10。

根据本发明, 第一移动站 20、第二移动站 22 或第 X 移动站 24 还可以包括如图 4 所示的信号恢复单元 80。在步骤 40 到 46 期间的任何时间点, 信号恢复单元 80 从在基站 10 中空间处理和经天线阵 60 输入的 DPCH 信号, 恢复原始 DPCH 信号, 并输出将由 DPCH' 表示的恢复的 DPCH 信号。

下面，将参照附图描述根据本发明的图 1 的基站 10 和图 2 的步骤 32 的实施例。

图 11 表示根据本发明的图 2 的步骤 32 的实施例 32A 的流程图。实施例 32A 包括利用恢复的长期信息和短期信息（步骤 160 到 166），并把 PICH 信号加到空间处理的 DPCH 信号上来空间处理 DPCH 信号。

图 12 表示根据本发明的图 1 的基站 10 的实施例的框图。在该实施例中，基站包括信息恢复单元 170、基本信息产生单元 172、增益调整单元 174、基矢量施加单元 176、加法单元 178 和天线阵 180。

图 12 的包括 B 个发送天线 182、184、...、186 的天线阵 180 经上行链路专用物理控制信道 DPCCCH 从第一移动站 20、第二移动站 22...、或第 X 移动站 24 接收反馈信号，并发送空间处理的 DPCH 信号和 PICH 信号到第一移动站 20、第二移动站 22...、或第 X 移动站 24。

在图 2 的步骤 30 之后，信息恢复单元 170 从经天线阵 180 接收的反馈信号中恢复长期信息和短期信息，并输出恢复的长期信息和短期信息到基本信息产生单元 172（步骤 160）。因为长期信息和短期信息是经由信号变换单元 82，以低和高速率分别从高速率反馈单元 76 和低速率反馈单元 78 输出的，长期信息和短期信息分别由信息恢复单元 170 以低和高速率恢复。

在步骤 160 之后，基本信息产生单元 172 产生基矢量  $Q$  和基值  $\Lambda$ ，作为由信息恢复单元 170 从长期信息和短期信息恢复的基本信息，从产生的基值  $\Lambda$  获得增益值  $P^{1/2}$ ，并输出获得的增益值  $P^{1/2}$  到增益调整单元 174，并且输出产生的基矢量  $Q$  到基矢量施加单元 176（步骤 162）。这里，基矢量  $Q$  是  $B \times N_{ST}$  矩阵，基值  $\Lambda$  是  $N_{ST} \times N_{ST}$  矩阵。

下面，将参照附图，描述本发明的图 11 的步骤 162 和图 12 的基本信息产生单元 172 的实施例。

图 13 是说明根据本发明的图 11 的步骤 162 的实施例 162A 的流程图。实施例 162A 包括从恢复的长期信息与短期信息的相乘的结果，确定基矢量  $Q$  和增益值  $P^{1/2}$ （步骤 200 到 206）。

图 14 表示图 12 的基本信息产生单元 172 的实施例 172A 的框图。实施例 172A 包括第一乘法部分 210、第二乘法部分 212、第三特征值分解和计算部分 214 和功率分配部分 216。

在图 11 的步骤 160 之后，第一乘法部分 210 按下面公式 4 将由信息恢复

单元 170 恢复的长期信息和短期信息相乘，并输出积  $W^m$  到第二乘法部分 212，作为接收信道特性矩阵（步骤 200）。这里，接收信道特性矩阵  $W^m$  是  $B \times N_{ST}$  矩阵。

$$5 \quad W^m = Q_{LT}' \Lambda_{LT}'^{1/2} Q_{ST}' \Lambda_{ST}'^{1/2} \quad \dots (4)$$

其中， $Q_{LT}'$  和  $\Lambda_{LT}'$  表示由信息恢复单元 170 恢复的长期信息，并且具体地， $Q_{LT}'$  表示在  $B \times N_B$  矩阵中恢复的有效长期特征矢量，而  $\Lambda_{LT}'$  表示在  $B_B \times N_B$  矩阵中恢复的有效长期特征值，并且  $Q_{ST}'$  和  $\Lambda_{ST}'$  表示由信息恢复单元 170 恢复的短期信息，并且具体地， $Q_{ST}'$  表示在  $N_B \times N_{ST}$  矩阵中恢复的有效短期特征矢量，而  $\Lambda_{ST}'$  表示在  $N_{ST} \times N_{ST}$  矩阵中恢复的有效短期特征值。

在步骤 200 之后，第二乘法部分 212 用下面公式 5 计算，对应于作为积、从第一乘法部分 210 输出的接收信道特性矩阵  $W^m$  的平方的自相关矩阵  $R'$ ，并输出计算的自相关矩阵  $R'$  到第三特征值分解和计算部分 214（步骤 202）。这里，自相关矩阵  $R'$  是  $B \times B$  的矩阵。

$$15 \quad R' = W^m W^m \quad \dots (5)$$

在步骤 202 之后，第三特征值分解和计算部分 214 从自相关矩阵  $R'$  和恢复的短期信息，即有效短期特征值  $\Lambda_{ST}'$  或有效短期特征矢量  $Q_{ST}'$  产生有效瞬时特征矢量，即基矢量  $Q$ ，和有效瞬时特征值，即基值  $\Lambda$ ，并输出产生的基矢量  $Q$  和基值  $\Lambda$  作为基本信息（步骤 204）。

下面将参照附图，描述根据本发明的图 13 的步骤 204 的实施例 204A 和图 14 的第三特征值分解和计算部分 214 的实施例。

图 15 表示根据本发明的图 13 的步骤 204 的实施例 204A 的流程图。实施例 204A 包括在瞬时特征矢量和特征值中选择有效瞬时特征矢量和特征值作为瞬时信息，即基本信息（步骤 220 到 224）。

图 16 表示根据本发明的用于执行图 15 的实施例 204A 的图 14 的第三特征值分解和计算部分 214 的优选实施例 214A 的框图。第三特征值分解和计算部分 214 的实施例 214A 包括第三特征值分解器 230、矢量计数恢复器 232 和第三选择器 234。

在图 13 的步骤 202 之后,第三特征值分解器 230 用上述 EVD 方法从第二乘法部分 212 输入的自相关矩阵  $R'$ , 产生  $B$  个从  $q_1$  到  $q_B$  的瞬时特征矢量和  $B$  个从  $\lambda_1$  到  $\lambda_B$  的瞬时特征值, 并输出  $B$  个从  $q_1$  到  $q_B$  的瞬时特征矢量和  $B$  个从  $\lambda_1$  到  $\lambda_B$  的瞬时特征值到第三选择器 234 (步骤 220)。

5 如图 16 所示, 在步骤 220 之后, 矢量计数恢复器 232 利用从信息恢复单元 170 输入的有效短期特征值  $\Lambda_{ST}'$ , 恢复上述有效短期特征矢量数  $N_{ST}$ , 并输出恢复的有效短期特征矢量数  $N_{ST}$  到第三选择器 234 (步骤 222)。或者, 与图 16 不同, 矢量计数恢复器 232 可以从信息恢复单元 170 输入的有效短期特征矢量  $Q_{ST}'$ , 恢复有效短期特征矢量数  $N_{ST}$ 。

10 在步骤 222 之后, 第三选择器 234 从第三特征值分解器 230 输入的  $B$  个从  $q_1$  到  $q_B$  的瞬时特征矢量中, 选择在数量上等于有效短期特征矢量数  $N_{ST}$  的、其中已消除噪声的瞬时特征矢量, 并从第三特征值分解器 230 输入的  $B$  个从  $\lambda_1$  到  $\lambda_B$  的瞬时特征值中, 选择在数量上等于有效短期特征矢量数  $N_{ST}$  的、其中已消除噪声的瞬时特征值 (步骤 224)。另外, 第三选择器 234 输出选择的、  
15 为列矢量的瞬时特征矢量作为有效瞬时特征矢量, 即基矢量  $Q$ , 并且在对角矩阵中的、选择的瞬时特征值作为有效瞬时特征值, 即基值  $\Lambda$  (步骤 224)。

根据本发明, 与图 15 不同, 步骤 220 和步骤 222 可以同时执行。或者, 步骤 222 可以在步骤 220 前执行。

20 在图 13 的步骤 204 之后, 功率分配部分 216 利用从第三特征值分解和计算部分 214 输入的基值  $\Lambda$  和信噪比获得各信道的功率分配比, 并利用获得的功率分配比, 在各信道中分配给基站 10 的总功率。功率分配部分 216 输出分配的结果到增益调整单元 174 作为增益值  $P^{1/2}$ 。这里, 功率分配部分 216 可以用注水方法 (water filling method) 从基值  $\Lambda$  和信噪比, 计算功率分配比。水份过滤方法公开在 “*Digital Baseband Transmission and Recording*”,  
25 *Jan W.M. Bergmans, Kluwer Academic Press, Boston, 1996*。虽然信噪比被描述为事先存储在功率分配部分 216 中, 但与图 14 描述的不同, 信噪比可以外部输入。

30 在图 11 的步骤 162 之后, 增益调整单元 174 根据从基本信息产生单元 172 输入的增益值  $P^{1/2}$ , 调整 DPCH 信号的相对幅度并输出幅度调整的 DPCH 信号到基矢量施加单元 176 (步骤 164)。

下面, 将参照附图, 描述根据本发明的图 11 的步骤 164 的实施例。

图 17 表示说明根据本发明的图 11 的步骤 164 的实施例 164A 的流程图。实施例 164A 包括调整调制级、编码率和 DPCH 信号的幅度 (步骤 240), 以及扩频和加扰具有调整结果的 DPCH 信号 (步骤 242)。

参照图 17, 在图 11 的步骤 162 之后, 调整调制级、编码率和 DPCH 信号的幅度 (步骤 240)。

下面, 将参照附图, 描述根据本发明的图 17 的步骤 240 和图 12 的增益调整单元 174 的实施例。

图 18 表示说明图 17 的步骤 240 的实施例 240A。实施例 240A 包括用利用增益值, 根据各调制级计算的 DPCH 信号乘以增益值 (步骤 250 到 254)。

图 19 表示图 12 的增益调整单元 174 的优选实施例 174A 的框图。增益调整单元 174 的实施例 174A 包括控制器 260,  $P_1$ -级、 $P_2$ -级、... 和  $P_{N_{ST}}$ -级调制器 262、264、... 和 266, 第一、第二、... 和第  $N_{ST}$  乘法器 270、272、... 和 274, 以及第  $(N_{ST}+1)$  乘法器 280。

在步骤 162 之后, 控制器 260 利用从基本信息产生单元 172 输入的增益值  $P^{1/2}$ , 用线性比例对  $P_1$ -级、 $P_2$ -级、...  $P_{N_{ST}}$ -级调制器 262、264、... 和 266 计算调制级, 并输出计算的调制级到相应的  $P_1$ -级、 $P_2$ -级、... 和  $P_{N_{ST}}$ -级调制器 262、264、... 和 266 (步骤 250)。控制器 260 利用增益值  $P^{1/2}$ , 检查分配给每个信道的功率量, 并与每个信道分配的功率量成比例地为每个信道确定调制级。控制器 260 将最高调制级分配给被分配最大功率的信道, 将最低调制级分配给被分配最小功率的信道。

在步骤 250 之后,  $P_1$ -级、 $P_2$ -级、... 和  $P_{N_{ST}}$ -级调制器 262、264、... 和 266 根据从控制器 260 输入的调制级对 DPCH 信号执行  $P_1$ -级、 $P_2$ -级、... 和  $P_{N_{ST}}$ -级正交幅度调制 (QAM), 并输出每个调制结果到各自第一、第二、... 和第  $N_{ST}$  乘法器 270、272、... 和 274 (步骤 252)。或者,  $P_1$ -级、 $P_2$ -级、... 和  $P_{N_{ST}}$ -级调制器 262、264、... 和 266 可以用 AMC (Adaptive Modulation and Coding, 自适应调制和编码) 方法调制 DPCH 信号。AMC 方法公开在

“Variable-Rate Variable-Power MQAM for Fading Channels” (IEEE Trans. On communication Vol. 45, No. 10, October, 1997, by A. Goldsmith and S. Chua)。

在步骤 252 之后, 第一、第二、... 和第  $N_{ST}$  乘法器 270、272、... 和 274 将来自相应  $P_1$ -级、 $P_2$ -级、... 和  $P_{N_{ST}}$ -级调制器 262、264、... 和 266 的调制

结果与增益值  $P^{1/2}$  相乘并输出积到第  $(N_{ST}+1)$  乘法器 280 (步骤 254)。

参照图 17, 在步骤 240 之后, 第  $(N_{ST}+1)$  乘法器 280 将来自第一、第二、... 和第  $N_{ST}$  乘法器 270、272、... 和 274 的积与加扰/扩频信号流相乘, 并经由输出端口 OUT1 输出积, 作为经调整幅度的 DPCH 信号到基矢量施加单元 176 (步骤 242)。这里, 加扰/扩频信号流是指加扰信号流  $C_{SC}$  和扩频信号流  $C_{SP}$  的乘积。虽然加扰/扩频信号流被表示为事先存储在增益调整单元 174 中的, 但与图 12 说明的不同, 加扰/扩频信号流可以外部输入。

根据本发明, 在图 19 的增益调整单元 174A 中, 第  $(N_{ST}+1)$  乘法器 280 是可选的。当忽略步骤 242 时, 即当增益调整单元 174A 不包括第  $(N_{ST}+1)$  乘法器 280 时, 来自第一、第二、... 和第  $N_{ST}$  乘法器 270、272、... 和 274 的积被输出到基矢量施加单元 176 作为经调整幅度的 DPCH 信号。

在步骤 164 之后, 基矢量施加单元 176 把从基本信息产生单元 172 输入的基矢量  $Q$  施加到从增益调整单元 174 输入的已调整幅度的 DPCH 信号上, 并输出这些结果到加法单元 178 作为空间处理的 DPCH 信号 (步骤 166)。

图 20 表示根据本发明的图 12 的基矢量施加单元 176 的实施例 176A 的框图。基矢量施加单元 176 的实施例 176A 包括第  $(N_{ST}+2)$  乘法器 300。

为了执行步骤 166, 基矢量施加单元 176 的第  $(N_{ST}+2)$  乘法器 300, 用从基本信息产生单元 172 产生的基矢量  $Q$  乘以从增益调整单元 174、经由输入端口 IN2 输入的、具有已调整幅度的  $N_{ST}$  个 DPCH 信号  $i$ , 如下公式 6 所示, 并经由输出端口 OUT2 输出积到加法单元 178, 作为空间处理 DPCH 信号  $o$ :

$$o = Qi \quad \dots \quad (6)$$

其中,  $o$  和  $i$  分别表示在下面的公式 7 和 8。

25

$$o = [o_1 o_2 \dots o_n] \quad \dots \quad (7)$$

$$i = [i_1 i_2 \dots i_{NB}] \quad \dots \quad (8)$$

30 在步骤 166 之后, 加法单元 178 将从基矢量施加单元 176 输入的空间处理 DPCH 信号加到经输入端口 IN1 输入的 PICH 信号  $P_1(k)$ 、 $P_2(k)$ 、 $P_3(k)$ 、

...、和  $P_b(k)$  上，并经包括多个发送天线的天线阵 180，将加法结果发送到第一移动站 20、第二移动站 22、...、或第 X 移动站 24（步骤 168）。

对于步骤 168，加法单元 178 可以包括 B 个加法器（未示出）。这里，各加法器把各 DPCH 信号  $P_1(k)$ 、 $P_2(k)$ 、 $P_3(k)$ 、...、和  $P_b(k)$  加到从基矢量  
5 施加单元 176 输入的相应空间处理 DPCH 信号，并输出相加结果到天线阵 180 的各发送天线 182、184、...、186。发送天线 182、184、...、186 从加法单元 178 的相应加法器（未示出）发送相加的结果到相应各移动站 20、22、...、和 24。

图 1 的基站 10 和步骤 32 的实施例不限于上述基站 10 和步骤 30 的实  
10 例，并可以应用到任何移动站，只要这些移动站如上所述，能产生长期信息和短期信息并变换该信息为反馈信号，以及发送反馈信号到基站 10。

如上所述，在根据本发明的、包括多个发送和接收天线的移动通信设备  
和在该设备中执行的移动通信方法中，反映空间信道下行链路特性的长期信息和短期信息从移动站反馈到基站。因此，可以减小干扰和噪声的影响，并  
15 且可以最大化传输数据的通过量，从而减小衰落的影响。

虽然已经参照其优选实施例，具体地表示和描述了本发明，但本专业的  
技术人员应当理解，在不脱离由所附的权利要求定义的精神和范围情况下，  
在形式和细节上，可以作出各种变化。

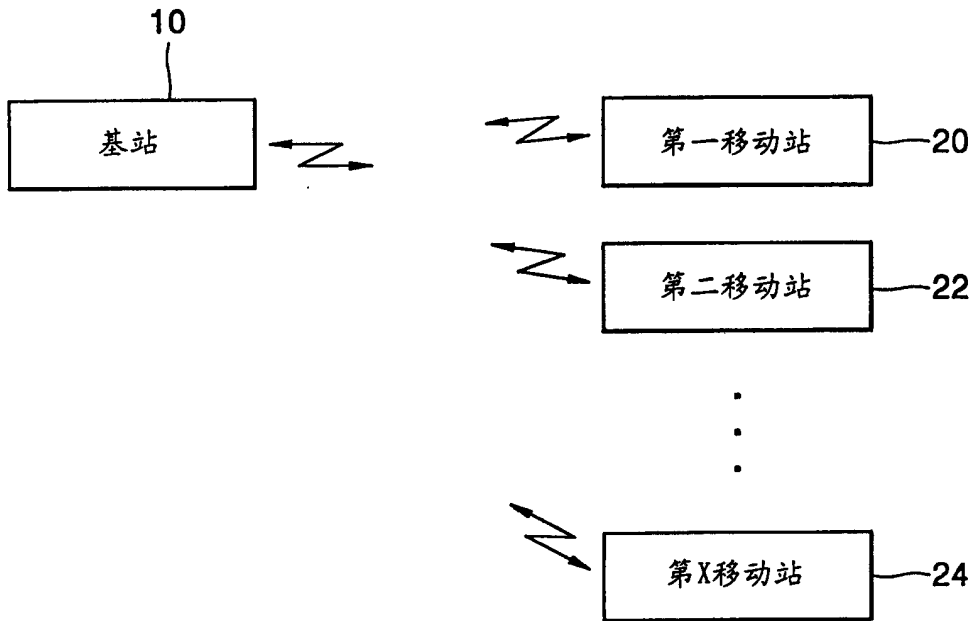


图 1

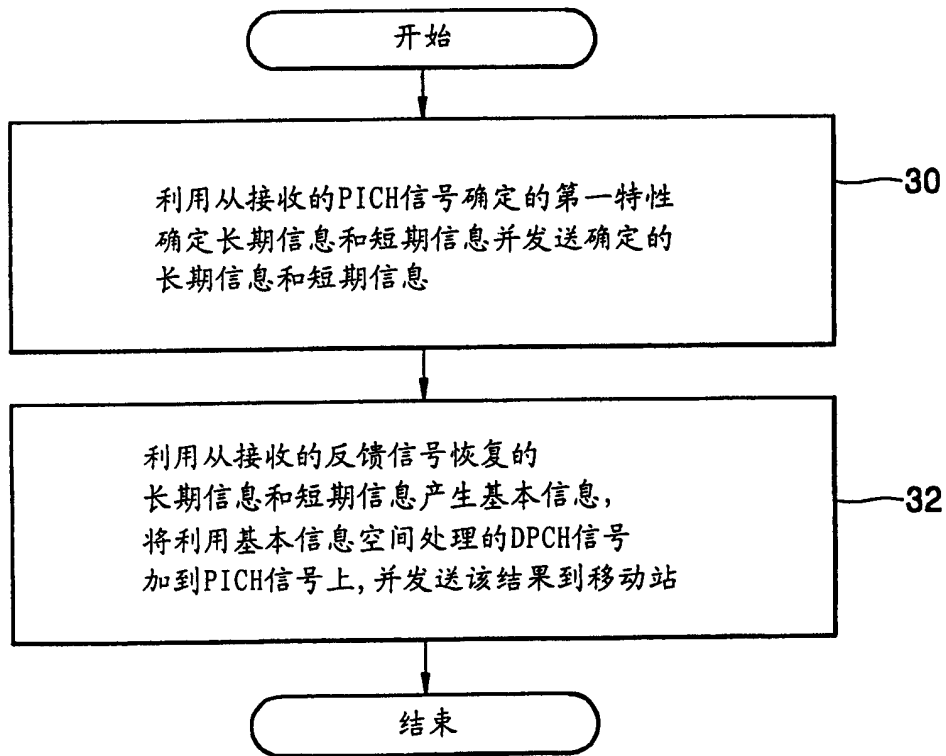


图 2

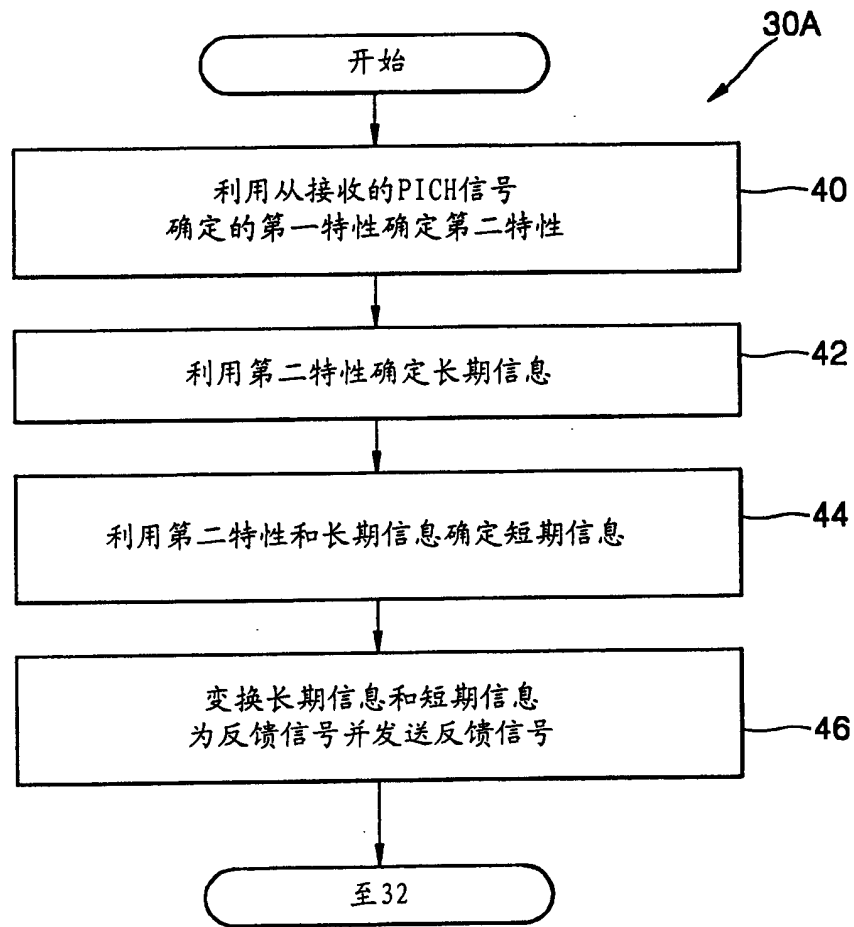


图 3

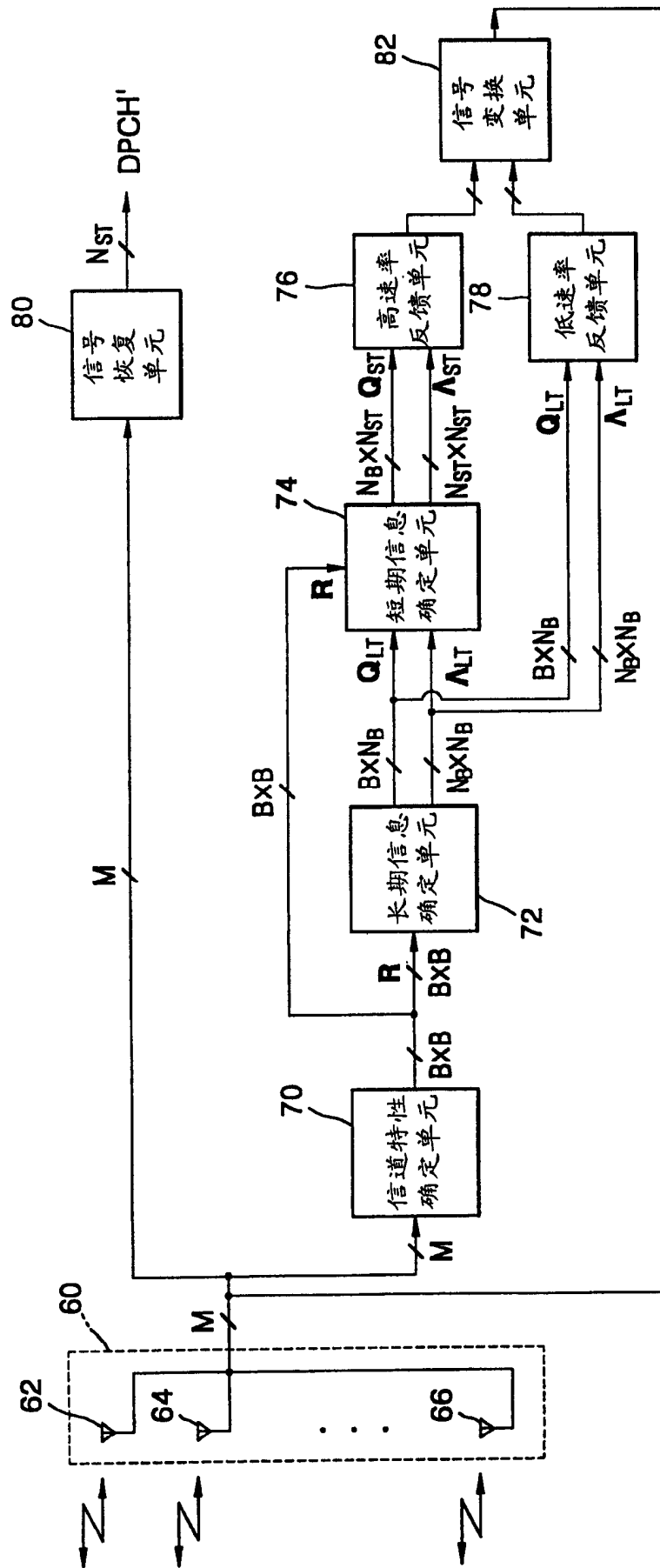


图 4

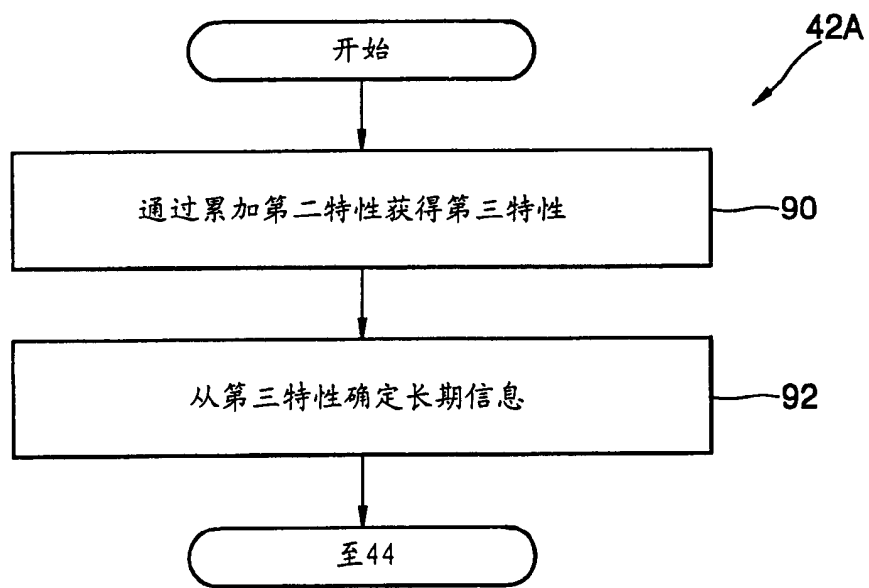


图 5

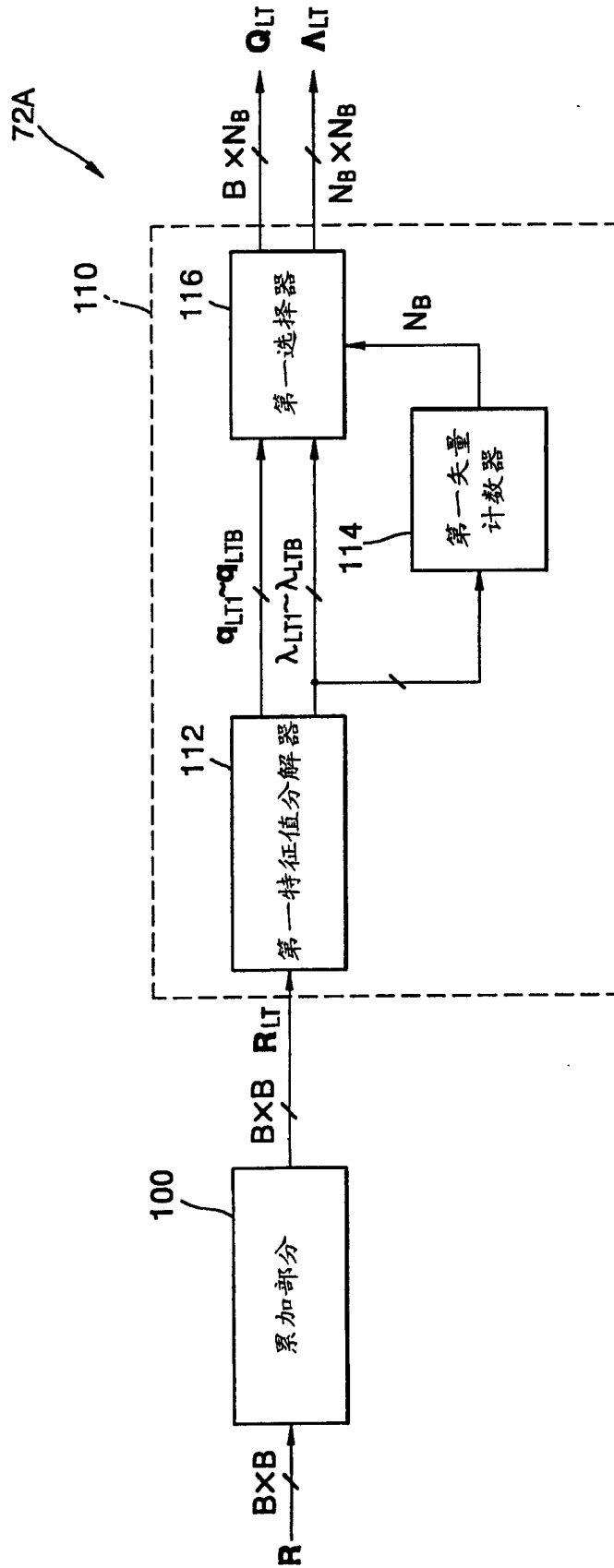


图 6

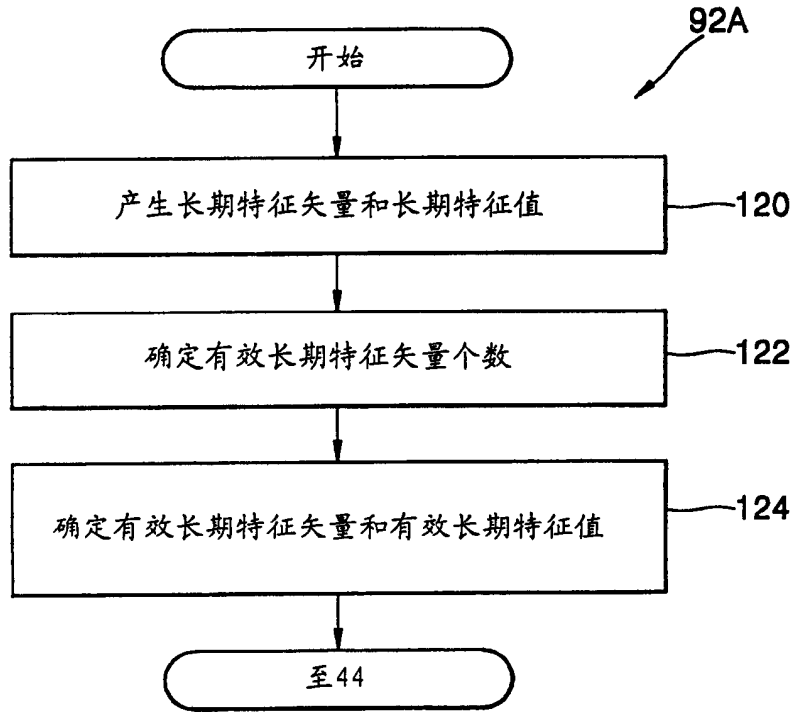


图 7

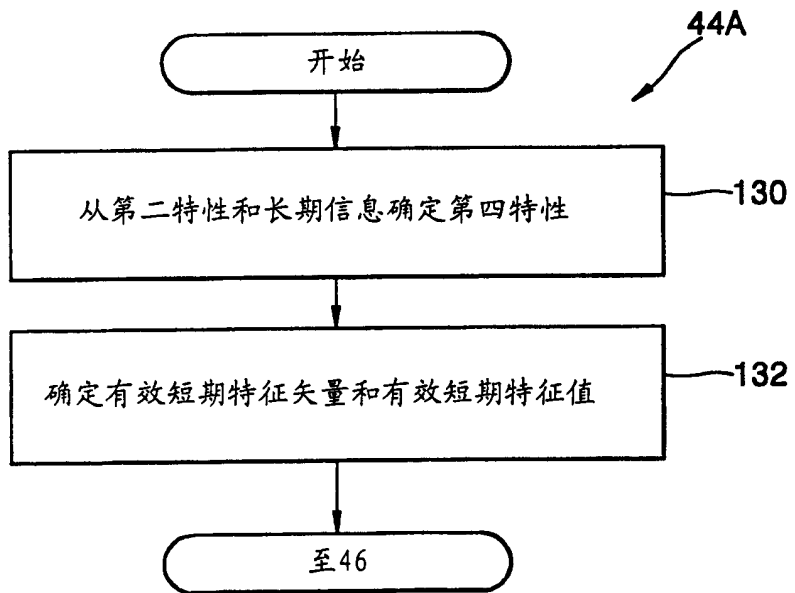


图 8

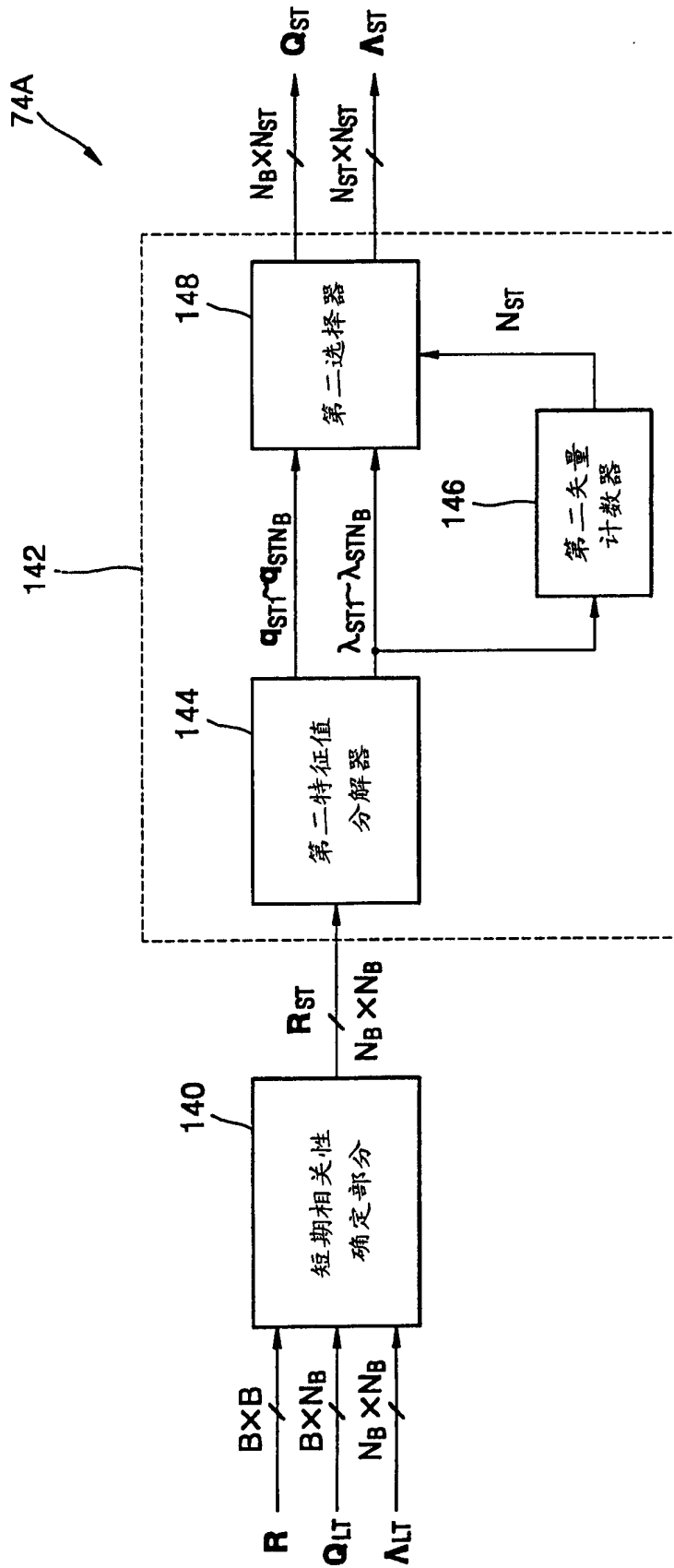


图 9

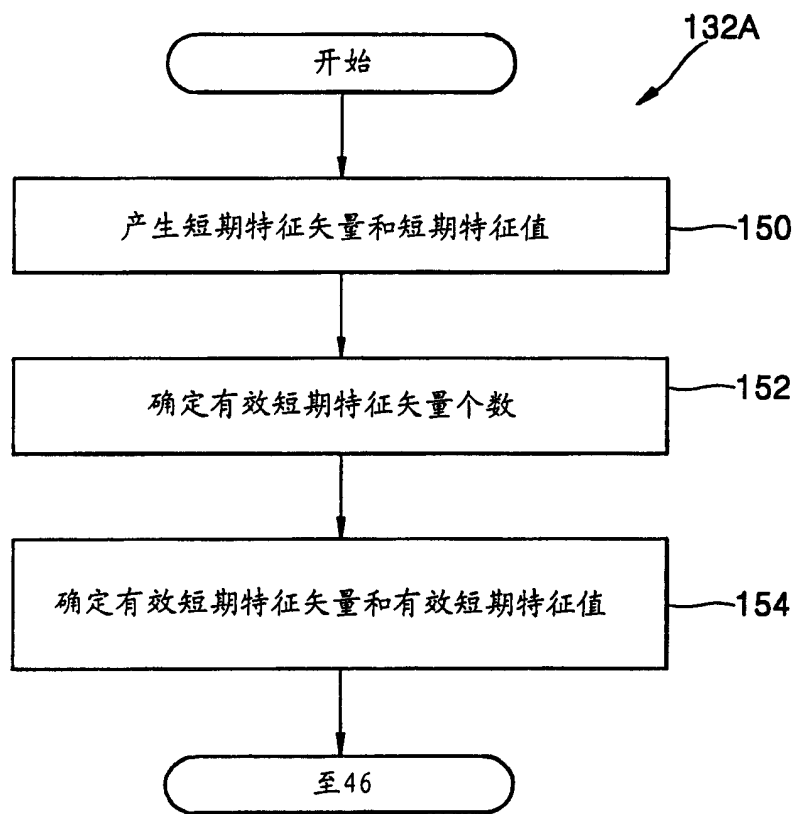


图 10

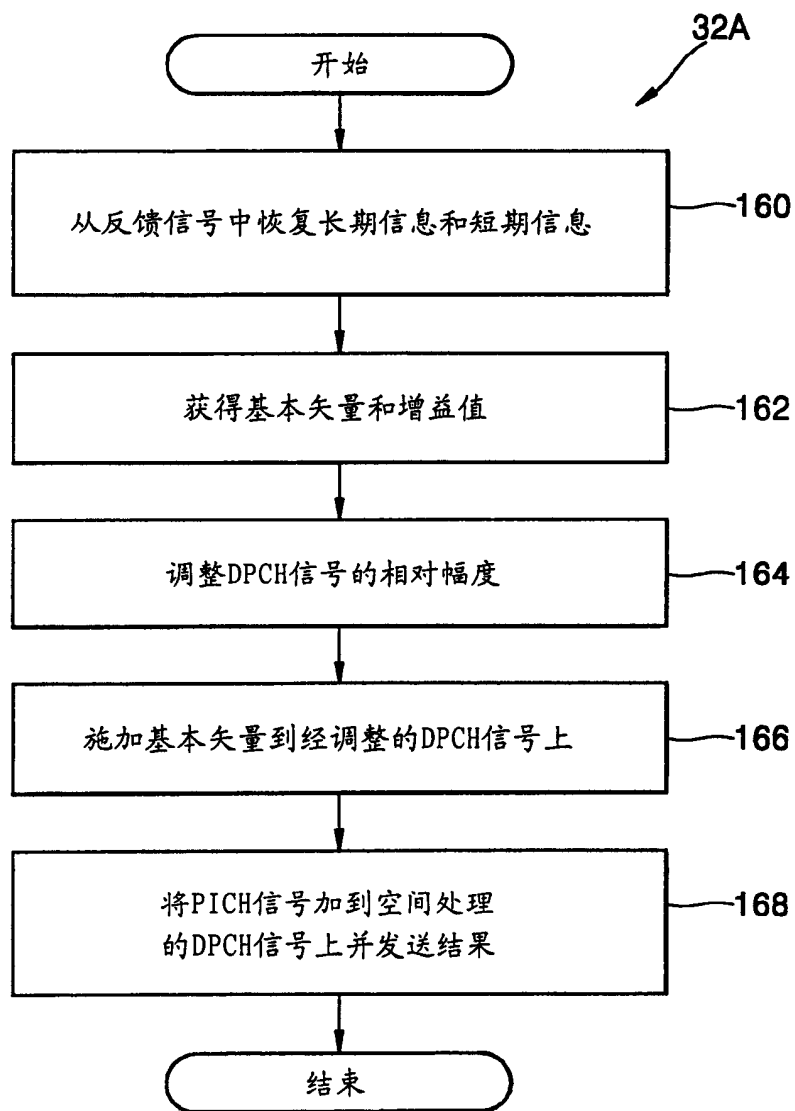


图 11

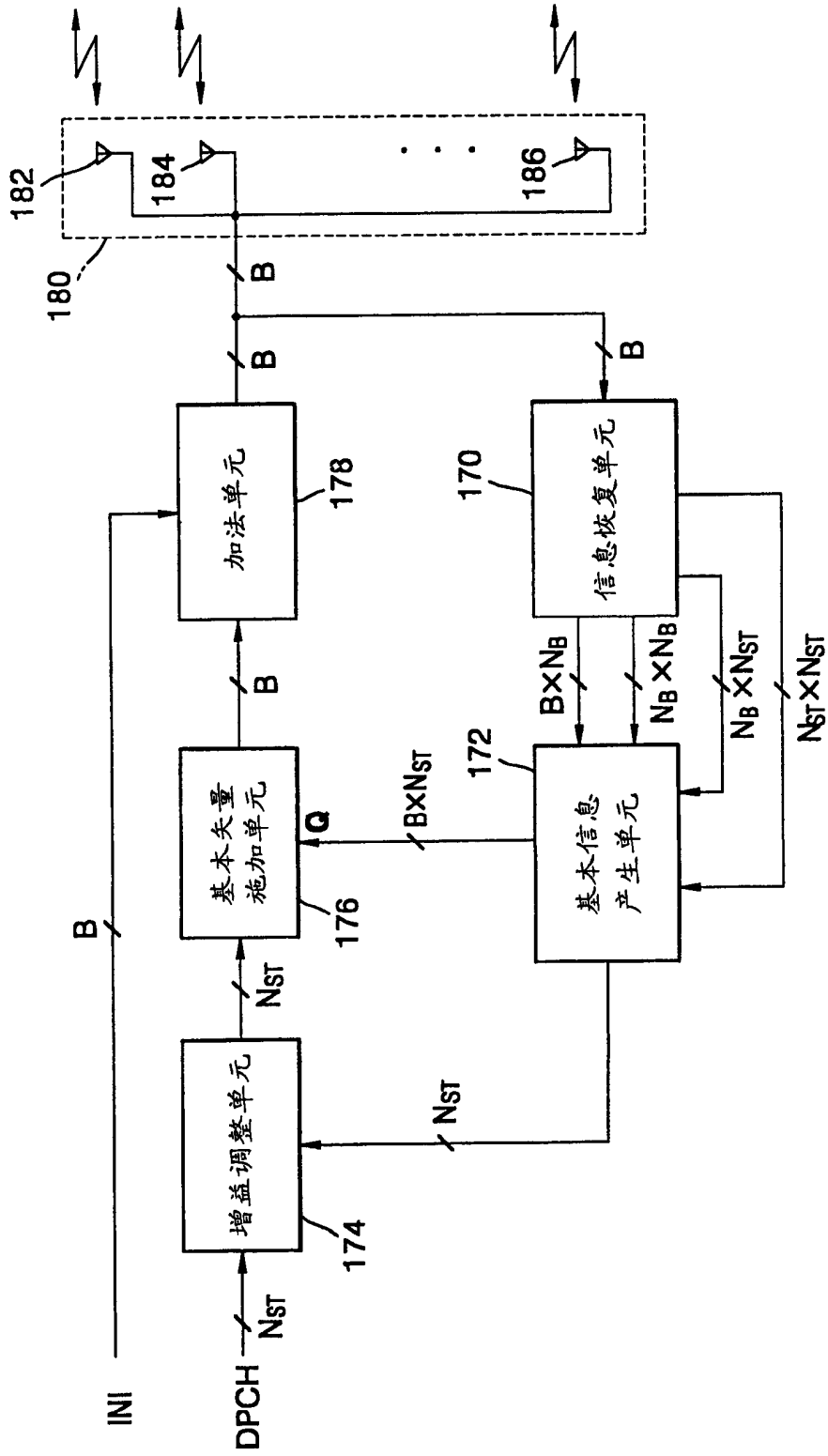


图 12

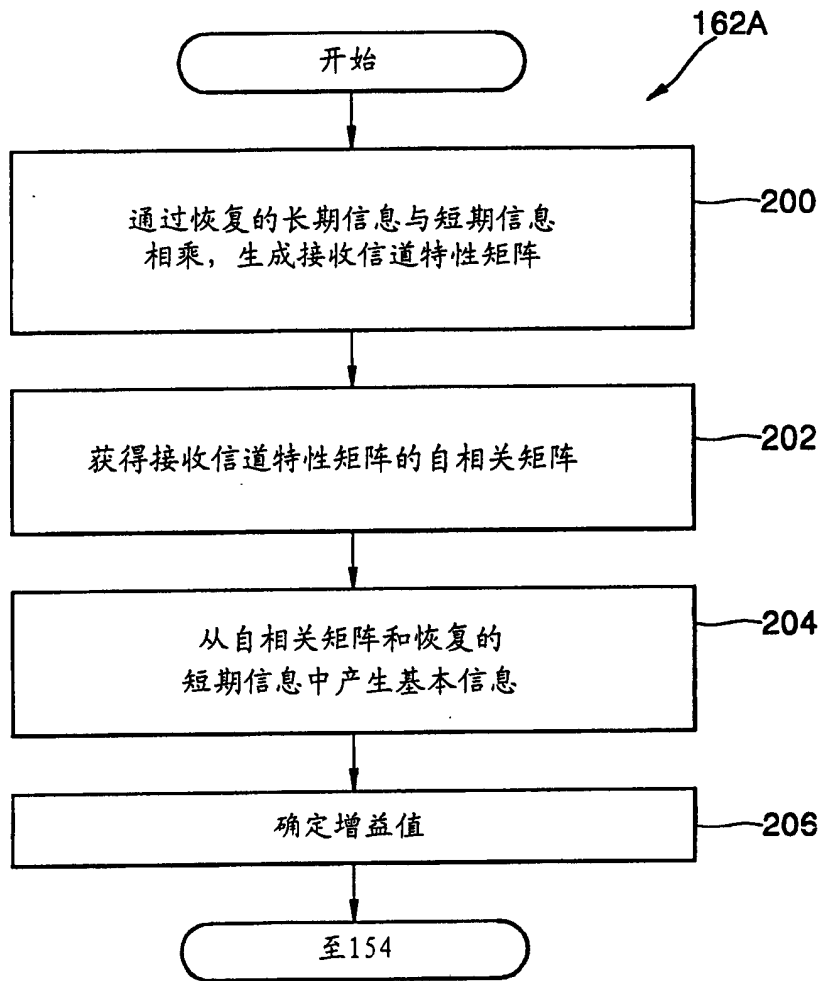


图 13

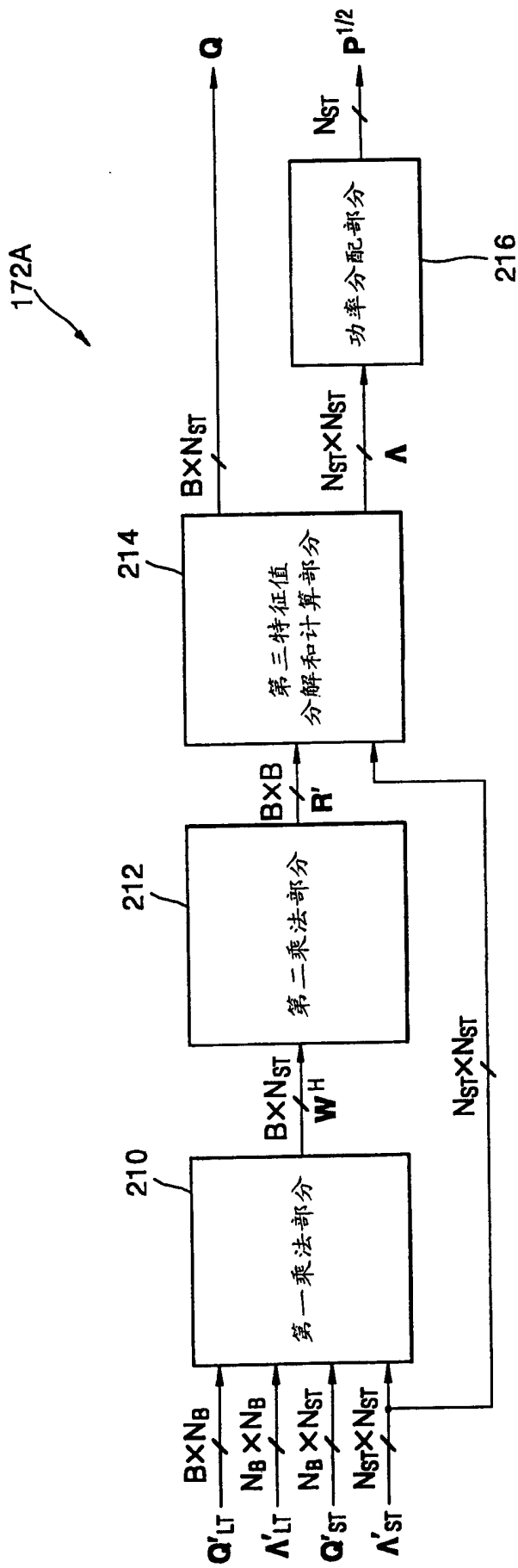


图 14

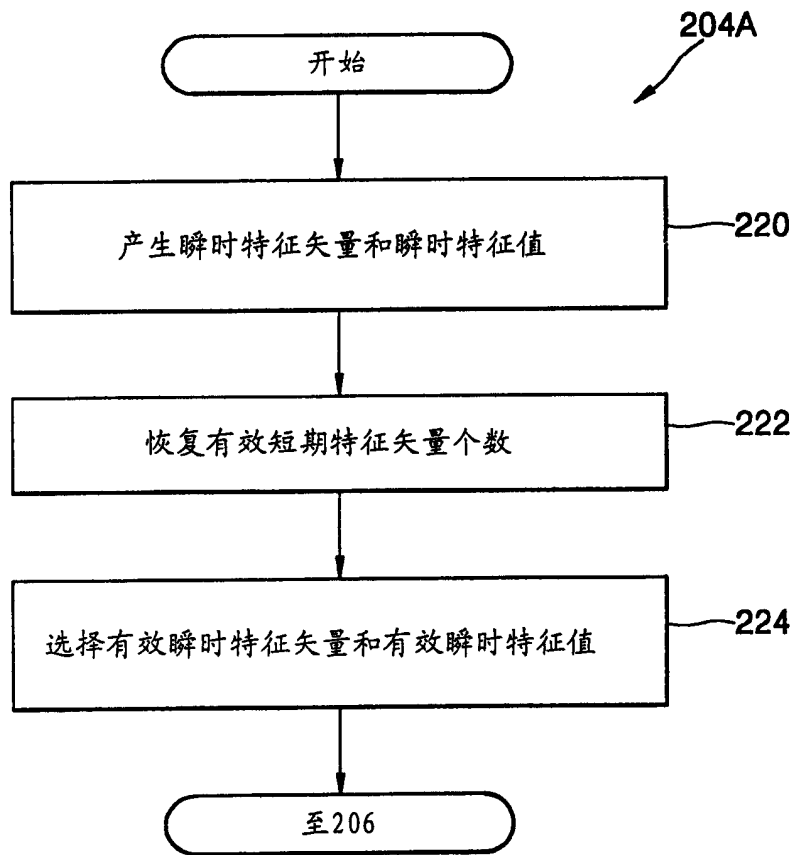


图 15

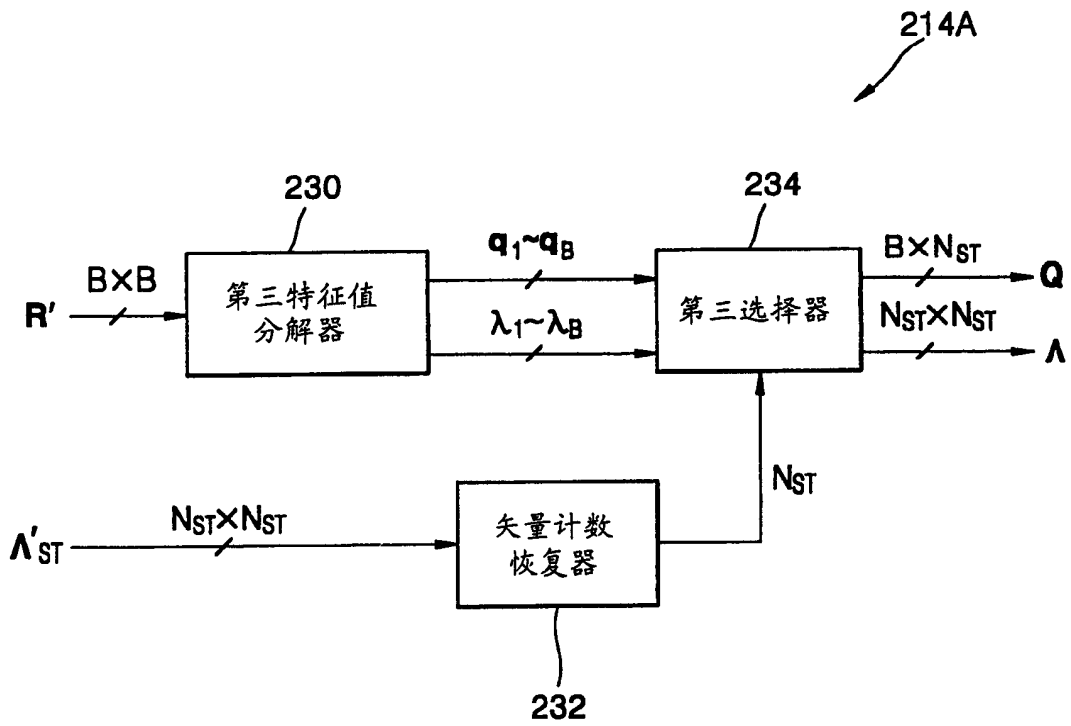


图 16

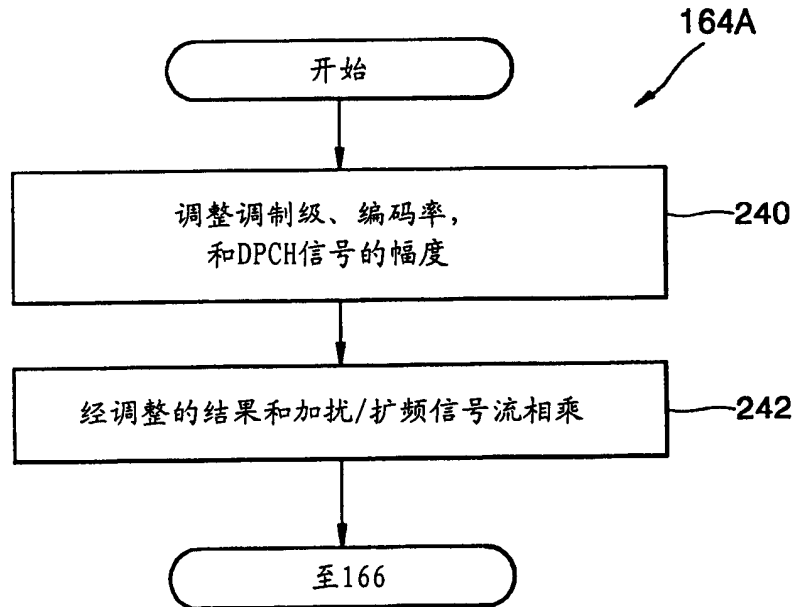


图 17

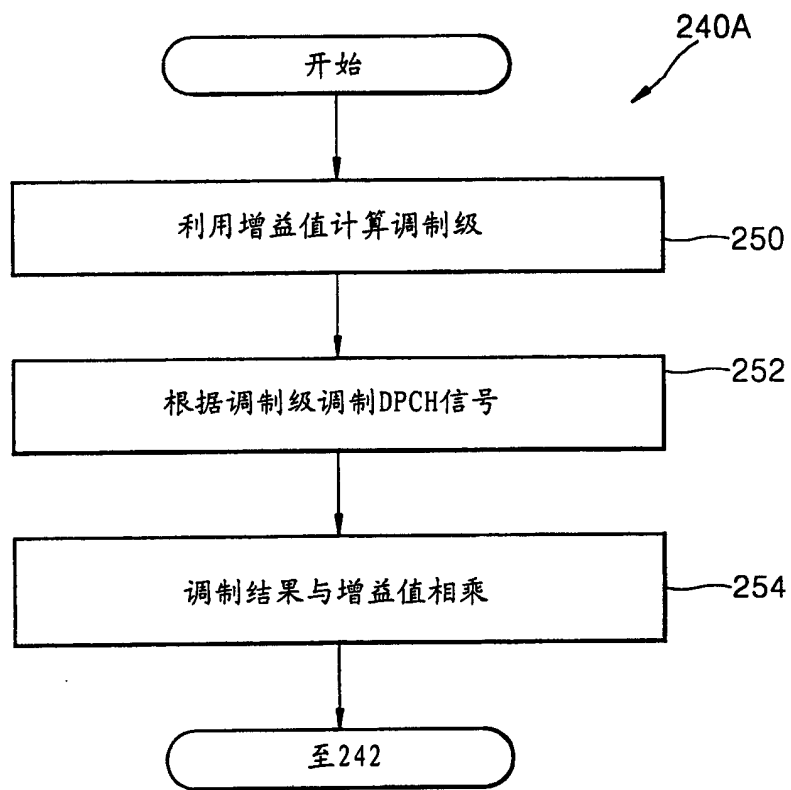


图 18

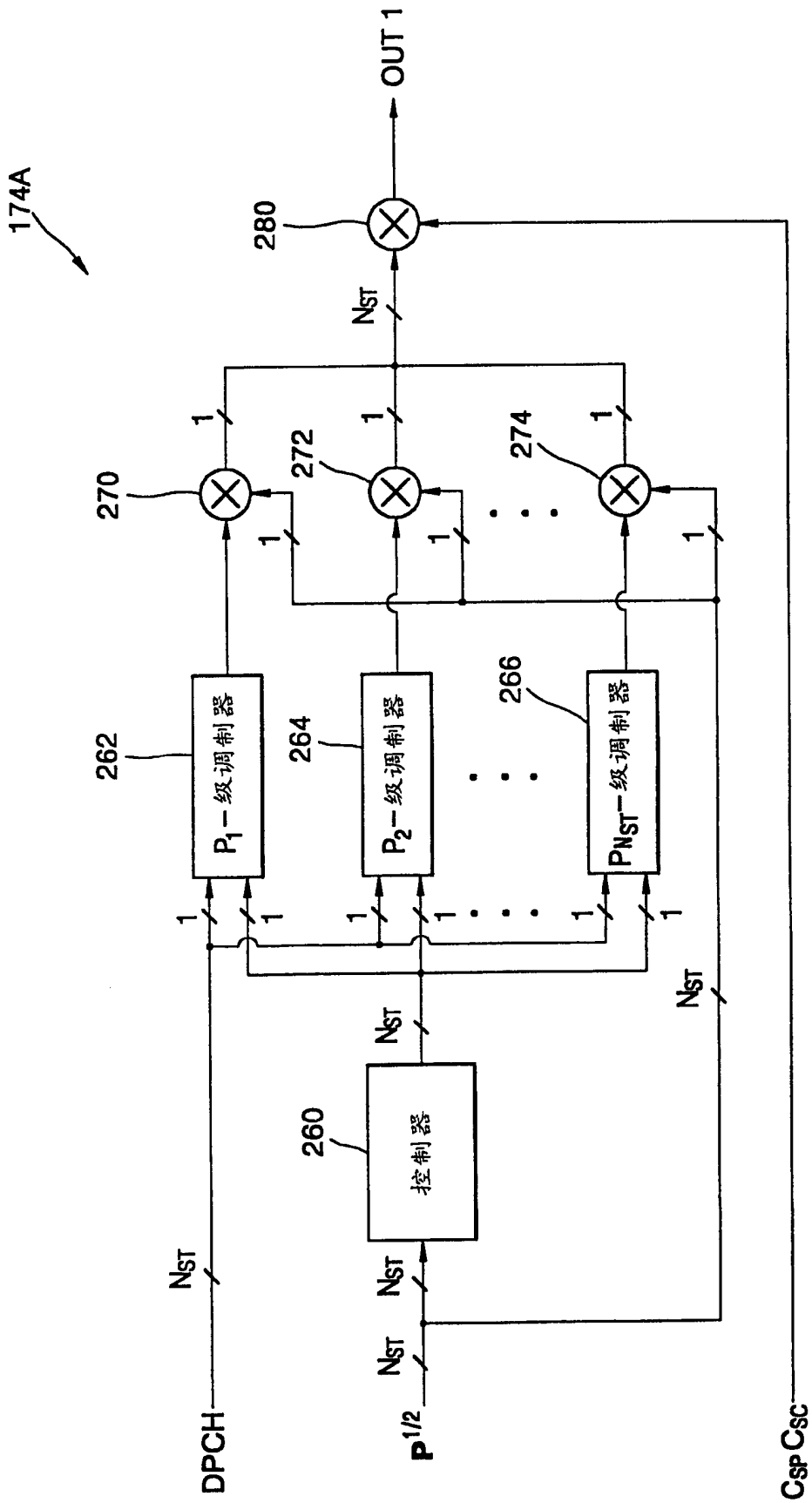


图 19

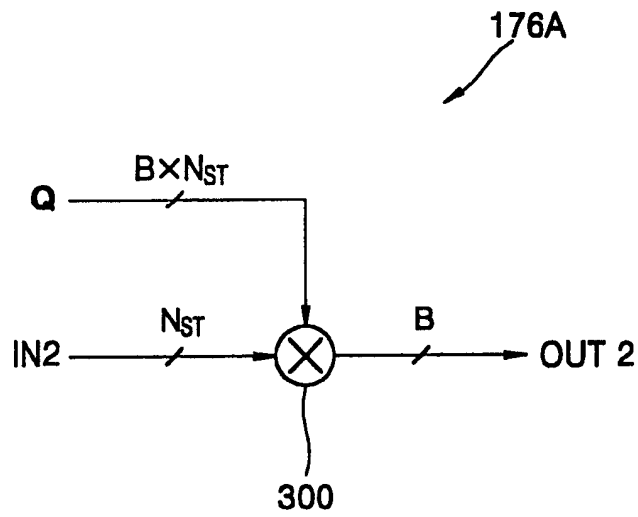


图 20