[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H03M 13/00 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03815070.0

[45] 授权公告日 2008 年 9 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 100418303C

[22] 申请日 2003.6.20 [21] 申请号 03815070.0

[30] 优先权

[32] 2002. 6.28 [33] US [31] 60/392,200

[32] 2002.12.30 [33] US [31] 10/334,490

[86] 国际申请 PCT/US2003/019643 2003.6.20

[87] 国际公布 WO2004/004133 英 2004.1.8

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.27

[73] 专利权人 美商内数位科技公司

地址 美国特拉华州

[72] 发明人 颂祐·辛 那德·伯劳季

[56] 参考文献

Stopping rules for turbo decoders. MATACHE A ETAL. TMO PROGRESS REPORT. 2000

审查员 姚天宇

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 任永武

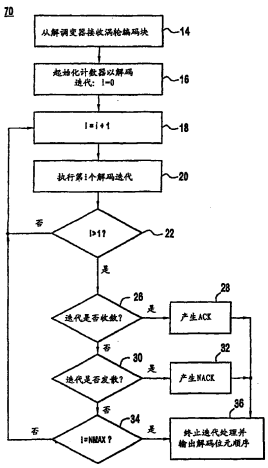
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称

使用涡轮解码停止规则的快速 H - ARQ 认知产生方法

[57] 摘要

本发明揭示一种用于良好及不良编码块的涡轮译码的停止规则。 若迭代收敛或发散，则译码被终止。 在替代实施例中，停止规则测试结果可被用于 H - ARQ 认知产生：若迭代收敛，则认知信号(ACK)被产生，而若迭代发散，则 NACK 被产生。可选择是，译码迭代最大数可于 MCS 位准基础上被动态选择。



1. 一种与涡轮译码一起被使用来降低迭代数目的方法，包含:

a)当接收一涡轮编码块，起始化一迭化计数;

b)响应步骤(a)的执行而增加该迭化计数;

c)执行一迭代;

d)响应步骤(c)的执行而增加该迭化计数;

e)决定一最后迭代是否收敛，其中假如决定该最后迭代收敛，则产生一认知并终止进一步迭代的执行;

f)决定一最后迭代是否发散，其中假如决定该最后迭代发散，则产生一认知并终止进一步迭代的执行;以及

g)重复步骤(c)到步骤(f)，直到该迭代计数等于一预设门槛，借此终结进一步迭代的执行。

2.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于步骤(e)包含该最后迭代收敛的一认知信号(ACK)。

3.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于当终结进一步迭代的执行时，输出一译码顺序。

4.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于执行迭代包含:

c1)产生以被输入编码数据及一优先数据的一系统位顺序及一配类位 1 顺序为基础的对数最大可能比率(LLRs);

c2)置换该对数最大可能比率;

c3)产生以该被置换的该对数最大可能比率及该被编码输入数据的一配类 2 顺序为基础的外来信息;

c4)反交帜该外来信息; 及

c5)提供该被反交帜的外来信息当作优先数据至步骤(c1)。

5.如权利要求 4 所述的方法，其特征在于做出一收敛决定是基于被产生于步骤(c1)的该对数最大可能比率及被产生于步骤(c4)的该反交帜外来信息。

6.如权利要求 4 所述的方法，其特征在于做出一发散决定是基于被产生于步骤(c1)的该对数最大可能比率及被产生于步骤(c4)的该反交帜外来信息。

7.如权利要求 5 所述的方法，其特征在于产生一认知包括在被产生于步骤(c1)的该对数最大可能比率及被产生于步骤(c4)的该反交帜外来信息的基础上产生一认知。

8.如权利要求 6 所述的方法，其特征在于产生一认知包括在被产生于步骤(c1)的该对数最大可能比率及被产生于步骤(c4)的该反交帜外来信息的基础上产生一认知。

9.如权利要求 1 所述的方法，其中做出一收敛决定包括估算迭代之间的符号改变率。

10.如权利要求 9 所述的方法，其中假如迭代之间的符号改变率为零，则迭代收敛。

11.如权利要求 1 所述的方法，其中做出一发散决定包括估算迭代之间的符号改变率。

12.如权利要求 11 所述的方法，其中假如迭代之间的符号改变率增加，则迭代发散。

13.一种与涡轮译码一起被使用来降低迭代数目的方法，包含下列步骤：

a)产生以被输入编码数据及优先数据的系统位顺序及一配类位 1 顺序为基础的对数最大可能比率；

b)置换该对数最大可能比率

c)产生以该被置换的该对数最大可能比率及被编码输入数据的配类位 2 顺序为基础的外来信息；

d)反交帜该外来信息；及

e)提供该被反交帜外来信息当作优先数据至步骤(a)，以产生对数最大可能比率；

f)根据该对数最大可能比率及该被反交帜外来信息做出一收敛决定，并于决定收敛时终止迭代；以及

g)根据该对数最大可能比率及该被反交帜外来信息做出一发散决定，并于决定发散时终止迭代。

14.一种执行涡轮译码迭代的设备，包含：一迭代计数器，其中该迭代计数器于当接收一涡轮编码块时起始化一迭代计数，并响应该迭代计数起始化的执行而增加该迭代计数，并响应执行一译码迭代而增加该迭代计数；；

一译码器，用以执行一译码迭代；

一停止规则决定单元，用以决定一最后迭代是否收敛并用以于收敛未决定时决定该最后迭代是否发散，并用以因应这些决定而产生一认知，并用以因应该认知而终止进一步迭代的执行。

15. 如权利要求 14 所述的设备，其特征在于该认知包括一认知(NACK)，该认知标示该最后迭代发散。

16. 如权利要求 14 所述的设备，其特征在于该停止规则决定单元响应该认知而输出一译码顺序。

17. 如权利要求 14 所述的设备，其特征在于执行该译码迭代包含：

产生以被输入编码数据及优先数据的一系统位顺序及一配类位 1 顺序为基础的对数最大可能比率；

置换该对数最大可能比率；

产生以被置换该对数最大可能比率及该被编码输入数据的配类位 2 顺序为基础之外来信息；

反交帜该外来信息；及

提供该被反交帜外来信息当作一优先数据以产生最大可能比率。

18. 如权利要求 17 所述的设备，其特征在于该停止规则决定单元

在被产生的对数最大可能比率及被产生的该反交帜外来信息的基础上做出一收敛决定。

19. 如权利要求 18 所述的设备，其特征在于该停止规则决定单元在被产生的对数最大可能比率及被产生的该反交帜外来信息的基础上产生一认知的装置。

20. 如权利要求 17 所述的设备，其特征在于该停止规则决定单元在被产生的对数最大可能比率及被产生的该反交帜外来信息的基础上做出一发散决定。

21. 如权利要求 20 所述的设备，其特征在于该停止规则决定单元在被产生的对数最大可能比率及被产生的该反交帜外来信息的基础上产生一认知的装置。

使用涡轮解码停止规则的快速 H-ARQ 认知产生方法

技术领域

本发明有关一种数据通信系统。更特别是，本发明是指于一种数据通信系统中的改良涡轮解码器。

背景技术

涡轮编码是被用于数据通信系统[如无线通信系统中的高速下行链路封包存取(HSDPA)中的高速下行链路共享信道(HS-DSCH)]作为正向误差连接(FEC)方案。涡轮编码自然会迭代。也就是说，各涡轮编码块是被解码若干次。通常，涡轮编码效能之间可协调平衡，其改善解码迭化计数量，解码延迟及计算复杂性。传统上，解码迭化计数量是被固定(如 4 或 8 迭代)。然而，某些涡轮编码块仅需少数解码迭代即可于接近最后解码迭代且不必进一步迭代的前成功解码该编码块(也就是收敛)。该例中，若涡轮解码器停止良好块的重复解码迭代时，其可在不降级效能下降低解码延迟及电源消耗。

为了避免停止规则永不被满足时所产生的无止尽回路，解码器是于最代迭化计数之后停止。涡轮解码的若干停止规则已被提出于先前技术中。然而，先前技术停止规则是被贯注于解码迭代收敛的例子(如良好涡轮编码块)。

发明内容

本发明不仅实施良好编码块停止规则，亦包含即使于最后解码迭代也不能正确解码的不良编码块停止规则。因为 H-ARQ(混合自动重复要求)协议要求不良块重新传输，所以此对如运用该 H-ARQ 协议的高速下行链路封包存取的数据通信系统有助益。特别是具有施加 10^{-1} 阶的重新传输之前要求原始块错误率(BLERs)的 H-ARQ 的高速下行链路共享信道，其导致高速下行链路共享信道的不良涡轮编码块经常产生。应注意，虽然本发明贯注于高速下行链路封

包存取作为实例，但依据本发明传授的其它使用涡轮编码及 H-ARQ 技术的数据通信系统亦可被使用。

被用于高速下行链路封包存取的 H-ARQ 协议是传送各 H-ARQ 处理的 ACK/NACK(认知)给发送器，其认知产生通常被建立于个别 H-ARQ 处理的循环冗余检查(CRC)检查结果的基础上。产生循环冗余检查结果有些延迟，其需为 10 微秒阶。循环冗余检查处理延迟可能使 H-ARQ 效能降阶。作为 H-ARQ 认知产生的替代，停止规则测试结果可被用来决定被给定 H-ARQ 处理是否错误(NACK 产生)或正确(ACK 产生)。

此外，高速下行链路封包存取运用自适应调变及编码(AMC)当作链适应技术。调变及编码格式可依据信道情况的变化载无线框基础及系统限制下被改变。为了更有效以停止规则执行涡轮解码器，涡轮解码迭代最大数量可视编码率及调变类型而被动态选择给高速下行链路共享信道。

本发明提供减少使用者设备(UE)接收器的解码延迟及计算复杂性的优点。此外，减少解码延迟可较早获得节点 B 处的 H-ARQ 认知，因而改善高速下行链路封包存取效能。

附图说明

本发明将参考图标做说明，其中各处同类数字代表同类组件，其中：

图 1 及 2 为有助于说明本发明替代技术的流程图。

图 3 为显示用于执行本发明涡轮解码技术的装置的修改方块图。

具体实施方式

如熟知的符号改变率(SCR)的停止规则被实施于依据本发明的涡轮解码。此规则视良好及不良涡轮编码块的 $(k-1)^{th}$ 及 k^{th} 迭代间涡轮解码器中的组件解码器所提供的外来信息符号改变而定。当迭代收敛且接着终止迭代处理时，传统符号改变率停止规则是借由检查符号改变来决定。此符号改变率停止规则仅被施加于被良好接收的编码块。然而，依据本发明，符号改变率停止规则亦可被施加于不良编码块。因为 H-ARQ 协议要求包含涡轮编码块的不良 H-ARQ 处理重新传输，所以此对运用 H-ARQ 协议的高速下行链路封包存取系统特别

有助益。应注意，虽然本发明贯注于符号改变率为基础的停止规则作为实例，但依据本发明传授的其它停止规则亦可被使用。例如，其它已知停止规则包含：(a)循环冗余检查，其中各解码迭代之后，循环冗余检查位是被检查错误，且若无循环冗余检查错误，则迭代被终止及(b)交叉熵(Cross Entropy)，其中各解码迭代之后，组件解码器的对数最大可能比率间的交叉熵被计算，且若被估计的交叉熵小于被给定临界值时，则迭代被终止。为了看涡轮解码器中的迭代解码表现，是以固定迭化计数 k 来执行涡轮编码仿真，其中 k 为(设定 8)。表 1 显示以良好涡轮编码块各迭代处的符号改变数方式的仿真结果典型样本，而表 2 显示以不良涡轮编码块各迭代处的符号改变数方式的仿真结果典型样本。如表 1 所观察者，有了良好编码块，(k-1)及 k(k > 1)间的符号改变数是于最后(8^{th})迭代之前收敛。此例中，若停止规则被施加，则迭代平均数可被降低至约 4。

(k-1)及 k 迭代间的 # 符号改变

块	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7	K=8	迭代终止
1	3	0	0	0	0	0	0	K=3
2	8	3	0	0	0	0	0	K=4
3	16	9	0	0	0	0	0	K=4
4	4	8	7	3	0	0	0	K=6
5	11	2	0	0	0	0	0	K=4
6	18	20	11	10	0	0	0	K=6
7	19	5	0	0	0	0	0	K=4
8	16	9	0	0	0	0	0	K=4
9	4	5	3	0	0	0	0	K=5
10	10	0	0	0	0	0	0	K=3

表 1。16QAM，3/4 速率，原始块错误率 = 10 时，以符号改变数方式的成功解码(良好)块的 TC 仿真结果典型样本。

表 2 中，显示有了不良编码块，符号改变数永不收敛。

(k-1)及k迭代间的#符号改变

块	K=2	K=3	K=4	K=5	K=6	K=7	K=8	迭代终止
1	30	39	29	37	46	49	31	K=3
2	24	36	39	39	38	34	28	K=3
3	33	27	24	23	24	14	17	K=8
4	11	11	12	20	21	37	34	K=5
5	9	14	9	8	11	9	16	K=3
6	18	10	7	9	17	14	7	K=5
7	3	34	39	38	39	23	25	K=3
8	16	14	34	36	12	22	35	K=4

表 2。16QAM，3/4 速率，原始块错误率 = 10%时，以符号改变数方式的失败解码(不良)块的 TC 仿真结果典型样本。

本发明中，若迭代收敛或迭代发散，则建议迭代解码处理终止。否则，解码终止于迭代最大数之后。

参考图 1，显示依据本发明的涡轮解码方法 10 的流程图。方法 10 是借由从解调变器接收涡轮编码块来进行(步骤 14)。用于解码迭代的计数器是接着被起始化(i = 0) (步骤 16)，然后计数器增加(i = i + 1) (步骤 18)。第 i 解码迭代是被执行(步骤 20)，且决定此是否为第一迭代(步骤 22)。若其为第一迭代，则程序 10 返回步骤 18。若否，则方法 10 决定迭代是否收敛或发散。

若符号改变率被视为停止规则，则迭代收敛及发散被定义如下。若$(k-1)^{th}$迭代及k^{th}迭代(k > 1)间的符号改变数为 0，则迭代被决定为收敛。若$(k-1)^{th}$迭代及k^{th}迭代(k > 2)间的符号改变数大于$(k-2)^{th}$迭代及$(k-1)^{th}$迭代之间，则迭代被决定为发散。于是步骤 26 中，决定迭代是否收敛。若是，则迭代处理是于 ACK 产生后被终止(步骤 28)，而解码顺序被输出(步骤 36)。若否，则决定迭代是否发散(步骤 30)。若迭代发散，则迭代处理是于 NACK 产生后被终止(步骤 32)，而解码顺序被输出(步骤 36)。若迭代不发散，则决定迭代最大数(i = Nmax)是否已达到(步骤 34)。若是，则迭代处理被终止，而解码位顺序被输出(步骤 36)。若否，则该处理返回步骤 18，借此计数器是被增加(i = i + 1)，而步骤 20-36 是被重复。应注意，迭代最大数 Nmax 可被动态选择为被施加编码率及调变类型的函数。例如，编码率愈高且调变类型的阶愈高，则迭代最大数 Nmax 愈低。

图 2 为依据本发明的涡轮解码替代方法 70 的流程图。此实施例 70 中，停止规则的结果是被用于 H-ARQ 认知产生。被显示于图 2 的方法 70 的类似步骤是被标示相同于图 1 所示程序 10 的步骤的数字，因此不被进一步参考图 2 做说明。

依据本发明的此实施例，决定迭代是否收敛后，H-ARQ 的 ACK 或 NACK 被产生。更特别是，参考步骤 26，若决定迭代收敛(步骤 26)，则 ACK 被产生(步骤 28)假设 H-ARQ 处理具有单涡轮编码块。若所有具有所有编码块的迭代均收敛，则当 H-ARQ 处理中具有多重涡轮编码块时，H-ARQ 处理的 ACK 被产生。此迭代处理接着被终止而解码位顺序被输出(步骤 36)。若迭代不按照步骤 26 所决定的收敛，则决定迭代是否发散(步骤 30)。若是，则运载解码块的 H-ARQ 处理的 NACK 被产生(步骤 32)，迭代处理被终止，而解码位顺序被输出(步骤 36)。若任何一个编码块被决定为发散(产生 NACK)，则当 H-ARQ 处理中具有多重涡轮编码块时，所有具有其它有关编码块的迭代亦被终止。若迭代不按照步骤 30 所决定的发散，则决定迭代是否已达到迭代最大数 Nmax (步骤 34)。若是，则迭代处理被终止，而解码顺序被输出(步骤 36)。若迭代最大数 Nmax 尚未到达如步骤 34 所决定，则计数器是被增加(步骤 18)，而步骤 20-36 是被重复。于是，若迭代处理不收敛或发散，则 H-ARQ 认知产生将被建立于如先前技术中的循环冗余检查结果的基础上。考虑循环冗余检查处理的延迟(10 微秒的阶)时，促进 H-ARQ 认知产生的涡轮解码使用，可降低接收站处的 H-ARQ 处理延迟。

图 3 中，包含停止规则决定单元的涡轮解码器结构 100 的方块图被显示。通常，涡轮解码器 100 包含(2)两 SISO (软输入软输出)模块，SISO1 106 及 SISO2 108。各 SISO 均经由涡轮内部交帜器/反交帜器 110，112 提供软值对数最大可能比率(LLR)给其它 SISO。各迭代之后，停止规则决定单元 114 是检查解码迭代是收敛或发散，或两者皆否。若该决定为"收敛"或"发散"，则迭代被终止，而视收敛或发散的"ACK"或"NACK"标示是因 H-ARQ 处理而被产生。否则，解码器继续迭代。

更特别是，涡轮解码器 100 可处理传输中各涡轮编码块中的软值输入数据 102。对涡轮解码器的输入 102 是经由可分离该输入为三序列：系统位顺序、

配类位(parity bit)1 顺序及配类位 2 顺序的解多任务器 104 来传输。系统位顺序及配类位 1 顺序是首先被传输至 SISO1 解码器 106(软输入软输出解码器)，伴随优先信息被产生自 SISO2 解码器 108。SISO1 解码器 106 可产生信息位的对数最大可能比率(也就是外来信息加上系统信息)。来自 SISO1 解码器 106 的对数最大可能比率是被涡轮内部交帜器 110 置换并被传输至 SISO2 解码器 108。伴随着被交帜的对数最大可能比率，则配类位 2 顺序是被馈送进入 SISO2 解码器 108。SISO2 解码器的外来信息输出，是依据涡轮内部反交帜器 112 执行涡轮内部交帜器 110 的反相置换而被反交帜。被置换的外来信息接着被回馈 SISO1 解码器 106 的优先信息以重复该处理。各迭代后，停止规则决定单元 114 是决定迭代是收敛，发散，或既非收敛亦非发散。若该决定为"收敛"或"发散"，则迭代被终止，解码位顺序被输出于 116，而对应 H-ARQ 认知是针对 H-ARQ 处理被提供于 114a。

本发明提供降低接收站处的解码延迟及计算复杂性的优点。此外，解码延迟的降低可提早获得 H-ARQ 认知，而改善 H-ARQ 效能。

虽然本发明已被详细说明，但应了解，本发明不受限于此，只要不背离附带申请专利范围所界定的本发明范畴及精神，均可做各种改变。

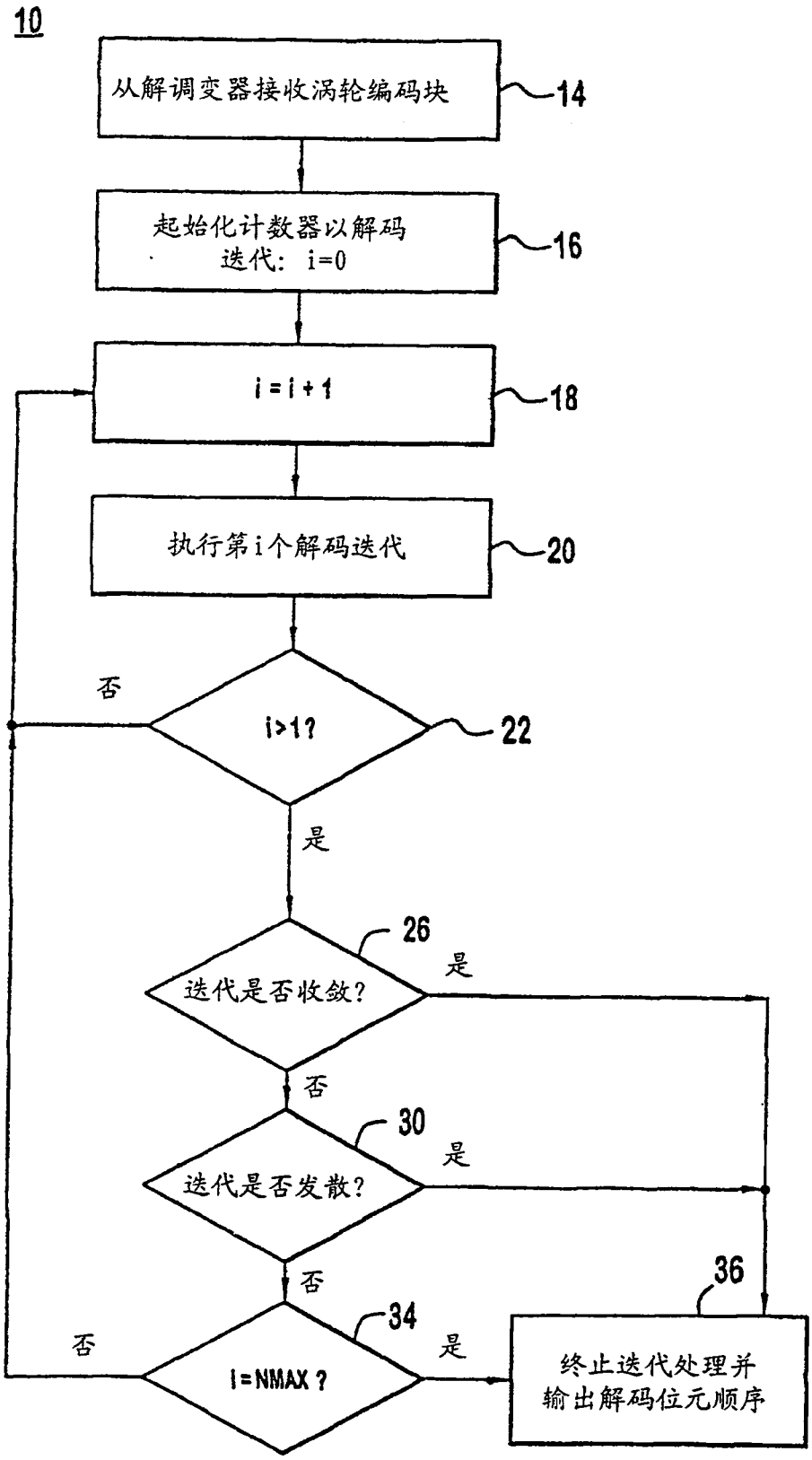

10
从解调变器接收涡轮编码块
14
起始化计数器以解码迭代: i=0
16
i = i + 1
18
执行第i个解码迭代
20
否
i>1?
22
是
26
迭代是否收敛?
是
否
30
迭代是否发散?
是
否
36
34
否
I=NMAX ?
是
终止迭代处理并输出解码位元顺序

图 1

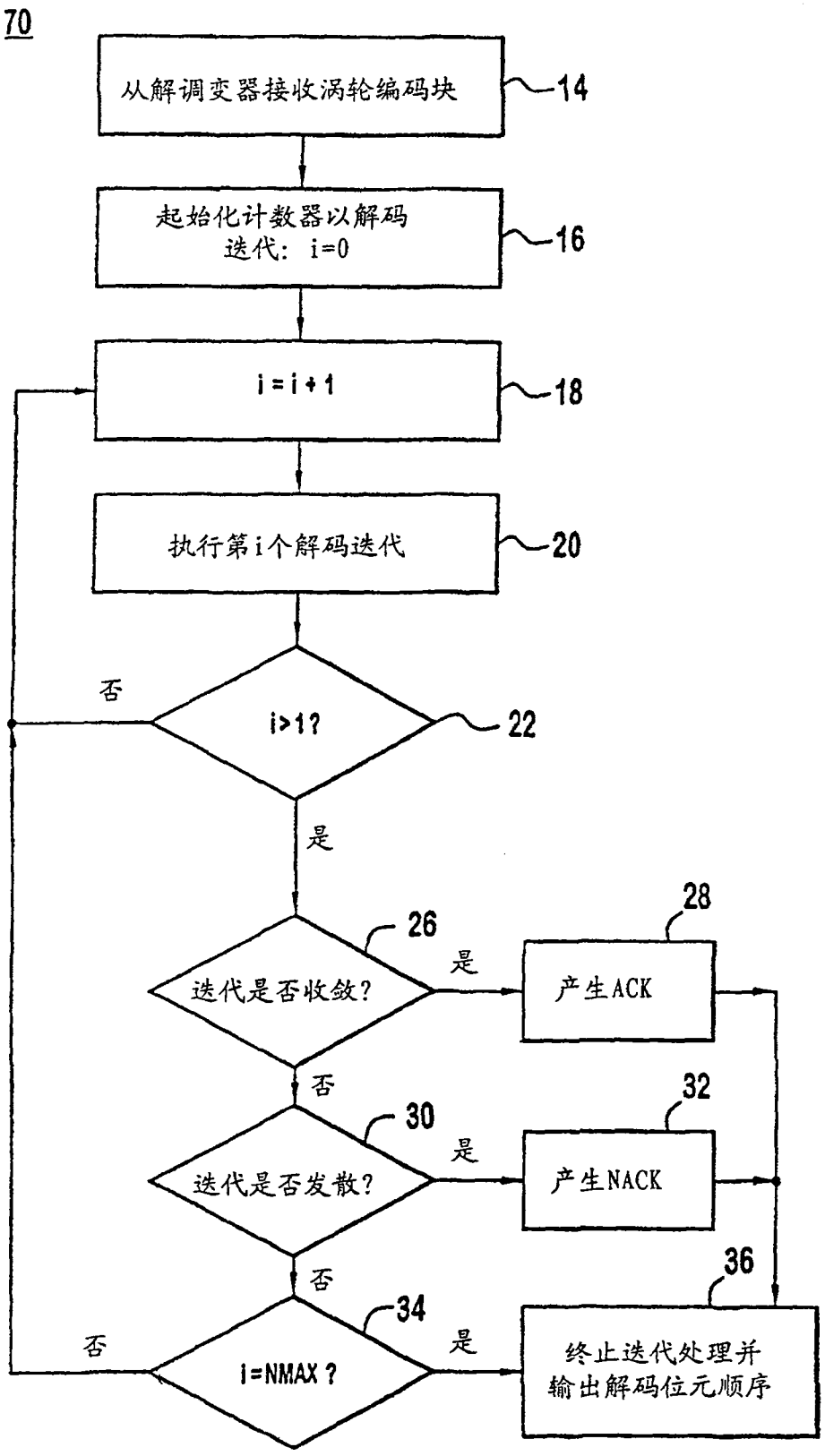

70
从解调变器接收涡轮编码块
14
起始化计数器以解码
迭代: i=0
16
i = i + 1
18
执行第i个解码迭代
20
否
i>1?
22
是
26
迭代是否收敛?
是
28
产生ACK
否
30
迭代是否发散?
是
32
产生NACK
否
34
否
i=NMAX ?
是
36
终止迭代处理并
输出解码位元顺序

图 2

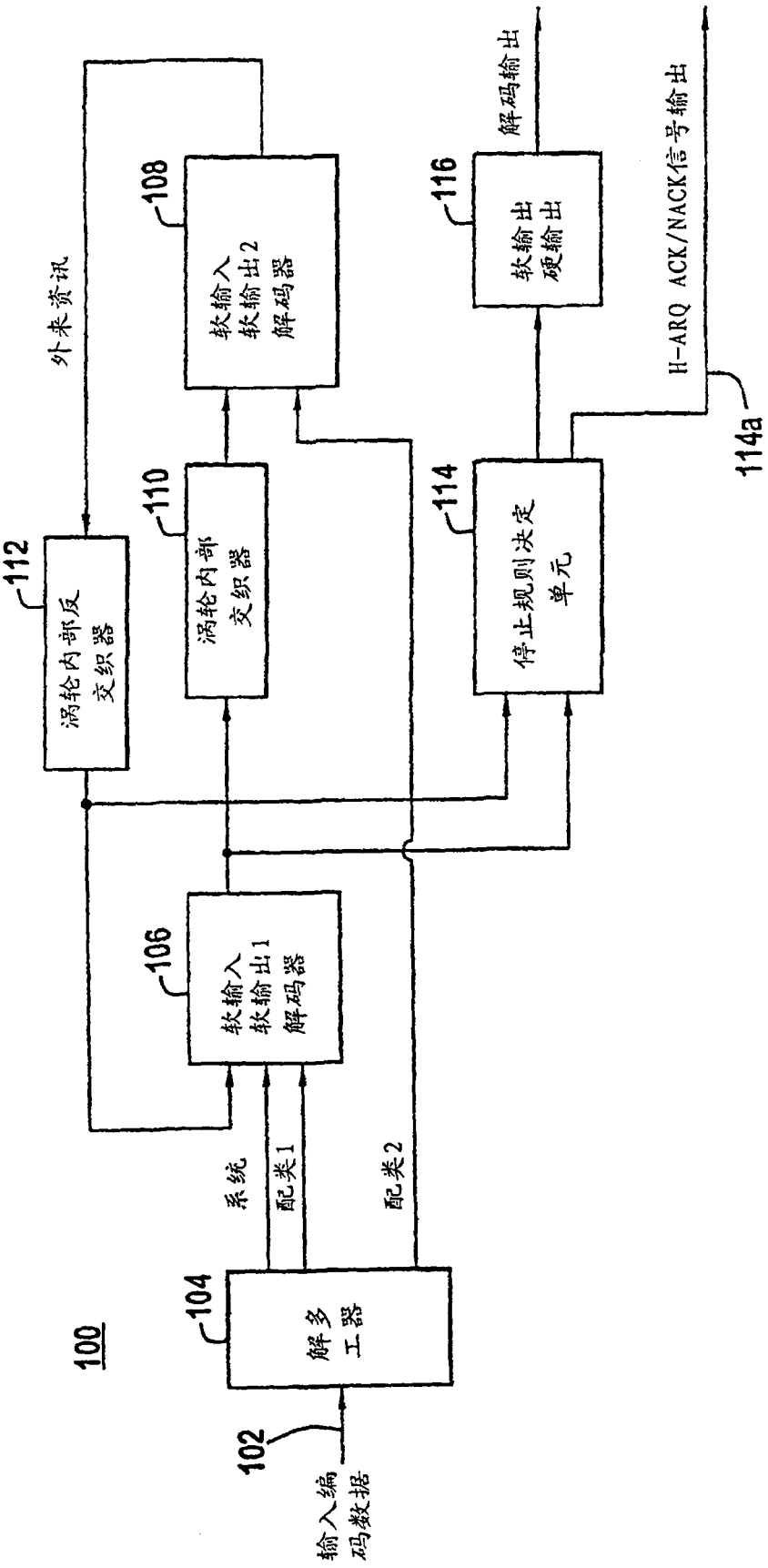

100
102
输入编码数据
104
解多工器
系统
配类1
配类2
106
软输入软输出1解码器
108
软输入软输出2解码器
110
涡轮内部交织器
112
涡轮内部反交织器
外来资讯
114
停止规则决定单元
114a
H-ARQ ACK/NACK信号输出
116
软输出硬输出
解码输出

图 3