



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117724122 B

(45) 授权公告日 2024.04.26

(21) 申请号 202410172142.X

(22) 申请日 2024.02.07

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 117724122 A

(43) 申请公布日 2024.03.19

(73) 专利权人 北京凯芯微科技有限公司  
地址 100085 北京市海淀区上地东路1号院  
5号楼9层901

(72) 发明人 魏禛怡 张洪伦

(74) 专利代理机构 北京禛新理艺知识产权代理  
事务所(特殊普通合伙)  
16110

专利代理师 沈超

(51) Int. Cl.

G01S 19/36 (2010.01)

(56) 对比文件

CN 102510270 A, 2012.06.20

CN 103081446 A, 2013.05.01

CN 103117767 A, 2013.05.22

CN 104617907 A, 2015.05.13

CN 107493115 A, 2017.12.19

CN 113126096 A, 2021.07.16

CN 113690625 A, 2021.11.23

CN 114844517 A, 2022.08.02

US 2017063404 A1, 2017.03.02

US 6411177 B1, 2002.06.25

姬玉敏等. 双工器在地震勘探中的应用. 物探装备. 2016, 第26卷(第04期), 正文第253-256页.

审查员 云鹏

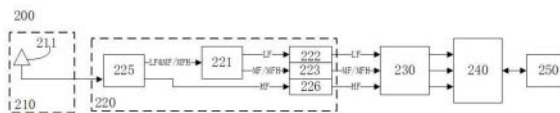
权利要求书8页 说明书28页 附图5页

(54) 发明名称

一种多频段GNSS接收机

(57) 摘要

本申请涉及卫星导航技术领域,提出一种多频段GNSS接收机,其射频前端模块采用双工器或双工器级联的结构,每级双工器能够将接收到的GNSS信号按照不同频段分路,并分别从两个输出端输出,形成两个射频通道分别处理不同频段GNSS信号,还可以根据需要在双工器的输出端设置针对不同频率的滤波器,不会带来输入输出端阻抗失配问题。本申请提出的多频段GNSS接收机的射频前端模块能够支持多系统多频段、乃至全系统全频段GNSS信号,大幅降低信号分路之后输出信号的功率损失,提升GNSS接收机整体性能,在射频前端模块即可将GNSS信号按照不同频段分路,降低后续模块的工作复杂程度,结构紧凑,灵活性高,节省成本和降低功耗。



1. 一种多频段GNSS接收机,包括:

天线模块,包括第一有源天线;

射频前端模块,包括一型双工器,所述一型双工器的第一端口与所述第一有源天线耦合,配置为从所述第一有源天线接收GNSS信号;所述一型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF频段的信号和处于MF/MFH频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述一型双工器的第二端口和第三端口输出;

射频信号处理模块,与所述射频前端模块耦合,配置为接收所述射频前端模块输出的GNSS信号;

GNSS基带信号处理模块,与所述射频信号处理模块耦合;以及

中央处理器模块,与所述GNSS基带信号处理模块耦合;

其中,所述一型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于LF频段频率范围的最大值,所述一型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于MF/MFH频段频率范围的最小值。

2. 根据权利要求1所述的GNSS接收机,其中所述射频前端模块还包括:

一型滤波器,耦合在所述一型双工器的第二端口和所述射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段GNSS信号进行滤波处理并输出;

二型滤波器,耦合在所述一型双工器的第三端口和所述射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段GNSS信号进行滤波处理并输出。

3. 根据权利要求2所述的GNSS接收机,其中所述射频前端模块还包括功分器,耦合在所述一型滤波器与所述射频信号处理模块之间,配置为将所述一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述射频信号处理模块和所述GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号。

4. 根据权利要求1或2所述的GNSS接收机,其中LF频段的频率范围是:1166.220MHz至1283.865MHz;MF频段的频率范围是:1530.000MHz至1605.886MHz;MFH频段的频率范围是:1559.052MHz至1605.886MHz。

5. 根据权利要求3所述的GNSS接收机,其中LFL频段的频率范围满足:最低频率为1166.220MHz,最高频率大于等于1225.0425MHz;LFH频段的频率范围满足:最低频率小于等于1225.0425MHz,最高频率为1283.865MHz。

6. 一种多频段GNSS接收机,包括:

天线模块,包括第一有源天线;

第一射频前端模块,包括:

第一一型双工器,所述第一一型双工器的第一端口与所述第一有源天线耦合,配置为从所述第一有源天线接收GNSS信号;所述第一一型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF频段的信号和处于MF/MFH和HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第一一型双工器的第二端口和第三端口输出;

第一三型双工器,所述第一三型双工器的第一端口与所述第一一型双工器的第三端口耦合,配置为将接收到的GNSS信号中处于MF/MFH频段的信号和处于HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第一三型双工器的第二端口和第三端口输出;

第一射频信号处理模块,与所述第一射频前端模块耦合,配置为接收所述第一射频前

端模块输出的GNSS信号；

第一GNSS基带信号处理模块,与所述第一射频信号处理模块耦合;以及

第一中央处理器模块,与所述第一GNSS基带信号处理模块耦合;

其中,所述第一一型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于LF频段频率范围的最大值,所述第一一型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于MF/MFH频段频率范围的最小值;

其中,所述第一三型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于MF/MFH频段频率范围的最大值,所述第一三型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于HF频段频率范围的最小值;

或者

第二射频前端模块,包括:

第二三型双工器,所述第二三型双工器的第一端口与所述第一有源天线耦合,配置为从所述第一有源天线接收GNSS信号;所述第二三型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF和MF/MFH频段的信号以及处于HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第二三型双工器的第二端口和第三端口输出;

第二一型双工器,所述第二一型双工器的第一端口与所述第二三型双工器的第二端口耦合,配置为将接收到的GNSS信号中处于LF频段和处于MF/MFH频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第二一型双工器的第二端口和第三端口输出;

第二射频信号处理模块,与所述第二射频前端模块耦合,配置为接收所述第二射频前端模块输出的GNSS信号;

第二GNSS基带信号处理模块,与所述第二射频信号处理模块耦合;以及

第二中央处理器模块,与所述第二GNSS基带信号处理模块耦合;

其中,所述第二三型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于MF/MFH频段频率范围的最大值,所述第二三型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于HF频段频率范围的最小值;

其中,所述第二一型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于LF频段频率范围的最大值,所述第二一型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于MF/MFH频段频率范围的最小值。

7. 根据权利要求6所述的GNSS接收机,其中所述第一射频前端模块还包括:

第一一型滤波器,耦合在所述第一一型双工器的第二端口和所述第一射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段GNSS信号进行滤波处理并输出;

第一二型滤波器,耦合在所述第一三型双工器的第二端口和所述第一射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段GNSS信号进行滤波处理并输出;

第一三型滤波器,耦合在所述第一三型双工器的第三端口和所述第一射频信号处理模块之间,配置为对处于HF频段GNSS信号进行滤波处理并输出;

或者

所述第二射频前端模块还包括:

第二一型滤波器,耦合在所述第二一型双工器的第二端口和所述第二射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第二二型滤波器,耦合在所述第二一型双工器的第三端口和所述第二射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第二三型滤波器,耦合在所述第二三型双工器的第三端口和所述第二射频信号处理模块之间,配置为对处于HF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出。

8. 根据权利要求7所述的GNSS接收机,其中所述第一射频前端模块还包括第一功分器,耦合在所述第一一型滤波器与所述第一射频信号处理模块之间,配置为将所述第一一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述第一射频信号处理模块和所述第一GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号;

或者

所述第二射频前端模块还包括第二功分器,耦合在所述第二一型滤波器与所述第二射频信号处理模块之间,配置为将所述第二一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述第二射频信号处理模块和所述第二GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号。

9. 根据权利要求6或7所述的GNSS接收机,其中LF频段的频率范围是:1166.220MHz至1283.865MHz;MF频段的频率范围是:1530.000MHz至1605.886MHz;MFH频段的频率范围是:1559.052MHz至1605.886MHz。

10. 根据权利要求8所述的GNSS接收机,其中LFL频段的频率范围满足:最低频率为1166.220MHz,最高频率为大于等于1225.0425MHz;LFH频段的频率范围满足:最低频率小于等于1225.0425MHz,最高频率为1283.865MHz。

11. 一种多频段GNSS接收机,包括:

天线模块,包括第一有源天线和第二有源天线;

射频前端模块,包括:

第一一型双工器,所述第一一型双工器的第一端口与所述第一有源天线耦合,配置为从所述第一有源天线接收GNSS信号;所述第一一型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF频段的信号和处于MF/MFH频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第一一型双工器的第二端口和第三端口输出;

第二一型双工器,所述第二一型双工器的第一端口与所述第二有源天线耦合,配置为从所述第二有源天线接收GNSS信号;所述第二一型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF频段的信号和处于MF/MFH频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第二一型双工器的第二端口和第三端口输出;

射频信号处理模块,与所述射频前端模块耦合,配置为接收所述射频前端模块输出的GNSS信号;

GNSS基带信号处理模块,与所述射频信号处理模块耦合;以及

中央处理器模块,与所述GNSS基带信号处理模块耦合;

其中,所述一型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于LF频段频率范围的最大值,所述一型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于MF/MFH频段频率范围的最小值。

12. 根据权利要求11所述的GNSS接收机,其中所述射频前端模块还包括:

第一一型滤波器,耦合在所述第一一型双工器的第二端口和所述射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第二一型滤波器,耦合在所述第二一型双工器的第二端口和所述射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第一二型滤波器,耦合在所述第一一型双工器的第三端口和所述射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第二二型滤波器,耦合在所述第二一型双工器的第三端口和所述射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段的GNSS信号进行滤波处理并输出。

13. 根据权利要求12所述的GNSS接收机,其中所述射频前端模块还包括:

第一功分器,耦合在所述第一一型滤波器与所述射频信号处理模块之间,配置为将所述第一一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述射频信号处理模块和所述GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号;第二功分器,耦合在所述第二一型滤波器与所述射频信号处理模块之间,配置为将所述第二一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述射频信号处理模块和所述GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号。

14. 根据权利要求11或12所述的GNSS接收机,其中LF频段的频率范围是:1166.220MHz至1283.865MHz;MF频段的频率范围是:1530.000MHz至1605.886MHz;MFH频段的频率范围是:1559.052MHz至1605.886MHz;HF频段的频率范围是:2483.590MHz至2499.910MHz。

15. 根据权利要求13所述的GNSS接收机,其中LFL频段的频率范围满足:最低频率为1166.220MHz,最高频率为大于等于1225.0425MHz;LFH频段的频率范围满足:最低频率小于等于1225.0425MHz,最高频率为1283.865MHz。

16. 一种多频段GNSS接收机,包括:

天线模块,包括第一有源天线和第二有源天线;

第一射频前端模块,包括:

第一一型双工器,所述第一一型双工器的第一端口与所述第一有源天线耦合,配置为从所述第一有源天线接收GNSS信号;所述第一一型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF频段的信号以及处于MF/MFH和HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第一一型双工器的第二端口和第三端口输出;

第二一型双工器,所述第二一型双工器的第一端口与所述第二有源天线耦合,配置为从所述第二有源天线接收GNSS信号;所述第二一型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF频段的信号以及处于MF/MFH和HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第二一型双工器的第二端口和第三端口输出;

第一三型双工器,所述第一三型双工器的第一端口与所述第一一型双工器的第三端口耦合,配置为将接收到的GNSS信号中处于MF/MFH频段的信号和处于HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第一三型双工器的第二端口和第三端口输出;

第二三型双工器,所述第二三型双工器的第一端口与所述第二一型双工器的第三端口耦合,配置为将接收到的GNSS信号中处于MF/MFH频段的信号和处于HF频段的信号分两个射频通道处理,从所述第二三型双工器的第二端口输出处于MF/MFH频段的GNSS信号,并分别

从所述第二三型双工器的第二端口和第三端口输出；

第一射频信号处理模块,与所述第一射频前端模块耦合,配置为接收所述第一射频前端模块输出的GNSS信号；

第一GNSS基带信号处理模块,与所述第一射频信号处理模块耦合；以及

第一中央处理器模块,与所述第一GNSS基带信号处理模块耦合；

其中,所述第一一型双工器第二输出端口或所述第二一型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于LF频段频率范围的最大值,所述第一一型双工器第三输出端口或所述第二一型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于MF/MFH频段频率范围的最小值；

其中,所述第一三型双工器第二输出端口或所述第二三型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于MF/MFH频段频率范围的最大值,所述第一三型双工器第三输出端口或所述第二三型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于HF频段频率范围的最小值；

或者第二射频前端模块,包括：

第三三型双工器,所述第三三型双工器的第一端口与所述第一有源天线耦合,配置为从所述第一有源天线接收GNSS信号；所述第三三型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF和MF/MFH频段的信号以及处于HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第三三型双工器的第二端口和第三端口输出；

第四三型双工器,所述第四三型双工器的第一端口与所述第二有源天线耦合,配置为从所述第二有源天线接收GNSS信号；所述第四三型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF和MF/MFH频段的信号以及处于HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第四三型双工器的第二端口和第三端口输出；

第三一型双工器,所述第三一型双工器的第一端口与所述第三三型双工器的第二端口耦合,配置为将接收到的GNSS信号中处于LF频段的信号和处于MF/MFH频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第三一型双工器的第二端口和第三端口输出；

第四一型双工器,所述第四一型双工器的第一端口与所述第四三型双工器的第二端口耦合,配置为将接收到的GNSS信号中处于LF频段的信号和处于MF/MFH频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第四一型双工器的第二端口和第三端口输出；

第二射频信号处理模块,与所述第二射频前端模块耦合,配置为接收所述第二射频前端模块输出的GNSS信号；

第二GNSS基带信号处理模块,与所述第二射频信号处理模块耦合；以及

第二中央处理器模块,与所述第二GNSS基带信号处理模块耦合；

其中,所述第三三型双工器第二输出端口或第四三型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于MF/MFH频段频率范围的最大值,所述第三三型双工器第三输出端口或第四三型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于HF频段频率范围的最小值；

其中,所述第三一型双工器第二输出端口或第四一型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于LF频段频率范围的最大值,所述第三一型双工器第三输出端口或第四一型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于MF/MFH

频段频率范围的最小值；

或者第三射频前端模块,包括:

第五一型双工器,所述第五一型双工器的第一端口与所述第一有源天线耦合,配置为从所述第一有源天线接收GNSS信号;所述第五一型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF频段的信号以及处于MF/MFH和HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第五一型双工器的第二端口和第三端口输出;

第五三型双工器,所述第五三型双工器的第一端口与所述第五一型双工器的第三端口耦合,配置为将接收到的GNSS信号中处于MF/MFH频段的信号和处于HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第五三型双工器的第二端口和第三端口输出;

第六三型双工器,所述第六三型双工器的第一端口与所述第二有源天线耦合,配置为从所述第二有源天线接收GNSS信号;所述第六三型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF和MF/MFH频段的信号以及处于HF频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第六三型双工器的第二端口和第三端口输出;

第六一型双工器,所述第六一型双工器的第一端口与所述第六三型双工器的第二端口耦合,配置为将接收到的GNSS信号中处于LF频段的信号和处于MF/MFH频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述第六一型双工器的第二端口和第三端口输出;

第三射频信号处理模块,与所述第三射频前端模块耦合,配置为接收所述第三射频前端模块输出的GNSS信号;

第三GNSS基带信号处理模块,与所述第三射频信号处理模块耦合;以及

第三中央处理器模块,与所述第三GNSS基带信号处理模块耦合;

其中,所述第五一型双工器第二输出端口或第六一型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于LF频段频率范围的最大值,所述第五一型双工器第三输出端口或第六一型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于MF/MFH频段频率范围的最小值;

其中,所述第五三型双工器第二输出端口或第六三型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于MF/MFH频段频率范围的最大值,所述第五三型双工器第三输出端口或第六三型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于HF频段频率范围的最小值。

17. 根据权利要求16所述的GNSS接收机,其中所述第一射频前端模块还包括:

第一一型滤波器,耦合在所述第一一型双工器的第二端口和所述第一射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;第二一型滤波器,耦合在所述第二一型双工器的第二端口和所述第一射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;第一二型滤波器,耦合在所述第一三型双工器的第二端口和所述第一射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第二二型滤波器,耦合在所述第二三型双工器的第二端口和所述第一射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第一三型滤波器,耦合在所述第一三型双工器的第三端口和所述第一射频信号处理模块之间,配置为对处于HF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;第二三型滤波器,耦合在所

述第二三型双工器的第三端口和所述第一射频信号处理模块之间,配置为对处于HF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;或者所述第二射频前端模块还包括:

第三一型滤波器,耦合在所述第三一型双工器的第二端口和所述第二射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;第四一型滤波器,耦合在所述第四一型双工器的第二端口和所述第二射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;第三二型滤波器,耦合在所述第三一型双工器的第三端口和所述第二射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第四二型滤波器,耦合在所述第四一型双工器的第三端口和所述第二射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第三三型滤波器,耦合在所述第三三型双工器的第三端口和所述第二射频信号处理模块之间,配置为对处于HF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;第四三型滤波器,耦合在所述第四三型双工器的第三端口和所述第二射频信号处理模块之间,配置为对处于HF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;或者所述第三射频前端模块还包括:

第五一型滤波器,耦合在所述第五一型双工器的第二端口和所述第三射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;第六一型滤波器,耦合在所述第六一型双工器的第二端口和所述第三射频信号处理模块之间,配置为对处于LF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;第五二型滤波器,耦合在所述第五三型双工器的第二端口和所述第三射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第六二型滤波器,耦合在所述第六一双工器的第三端口和所述第三射频信号处理模块之间,配置为对处于MF/MFH频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;

第五三型滤波器,耦合在所述第五三型双工器的第三端口和所述第三射频信号处理模块之间,配置为对处于HF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出;第六三型滤波器,耦合在所述第六三型双工器的第三端口和所述第三射频信号处理模块之间,配置为对处于HF频段的GNSS信号进行滤波处理并输出。

18. 根据权利要求17所述的GNSS接收机,其中所述第一射频前端模块还包括:

第一功分器,耦合在所述第一一型滤波器与所述第一射频信号处理模块之间,配置为将所述第一一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述第一射频信号处理模块和所述第一GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号;

第二功分器,耦合在所述第二一型滤波器与所述第一射频信号处理模块之间,配置为将所述第二一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述第一射频信号处理模块和所述第一GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号;

或者所述第二射频前端模块还包括:

第三功分器,耦合在所述第三一型滤波器与所述第二射频信号处理模块之间,配置为将所述第三一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述第二射频信号处理模块和所述第二GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于



LFL频段的信号和处于LFH频段的信号；

第四功分器,耦合在所述第四一型滤波器与所述第二射频信号处理模块之间,配置为将所述第四一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述第二射频信号处理模块和所述第二GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号；

或者所述第三射频前端模块还包括：

第五功分器,耦合在所述第五一型滤波器与所述第三射频信号处理模块之间,配置为将所述第五一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述第三射频信号处理模块和所述第三GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号；

第六功分器,耦合在所述第六一型滤波器与所述第三射频信号处理模块之间,配置为将所述第六一型滤波器输出的GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,使所述第三射频信号处理模块和所述第三GNSS基带信号处理模块能够在两个射频通道中分别处理处于LFL频段的信号和处于LFH频段的信号。

19. 根据权利要求16或17所述的GNSS接收机,其中LF频段的频率范围是:1166.220MHz至1283.865MHz;MF频段的频率范围是:1530.000MHz至1605.886MHz;MFH频段的频率范围是:1559.052MHz至1605.886MHz;HF频段的频率范围是:2483.590MHz至2499.910MHz。

20. 根据权利要求18所述的GNSS接收机,其中LFL频段的频率范围满足:最低频率为1166.220MHz,最高频率为大于等于1225.0425MHz;LFH频段的频率范围满足:最低频率小于等于1225.0425MHz,最高频率为1283.865MHz。

## 一种多频段GNSS接收机

### 技术领域

[0001] 本申请涉及卫星导航技术领域,特别地涉及一种多频段全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS)接收机。

### 背景技术

[0002] 全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite System, GNSS)能够为全球用户提供全天候、全天时、高精度的定位、测速与授时服务。

[0003] 目前全球导航卫星系统主要包括:四大全球导航卫星系统、两个区域卫星导航系统、以及多个星基增强系统(Satellite Based Augmentation System, SBAS)。

[0004] 其中,四大全球导航卫星系统分别是:北斗卫星导航系统、GPS(Global Positioning System)、GLONASS(GLObal Navigation Satellite System)、以及Galileo。

[0005] 两个区域卫星导航系统分别是:日本的准天顶卫星系统(Quasi-Zenith Satellite System, QZSS)、以及印度区域导航卫星系统(Indian Regional Navigation Satellite System, IRNSS),后者也称为印度星座导航(Navigation with Indian Constellation, NavIC)。

[0006] 全球已经建立多个星基增强系统(SBAS),例如:FAA根据导航需求建设的GPS性能增强系统:广域增强系统(Wide Area Augmentation System, WAAS)、欧洲自主开发建设的欧洲地球静止导航重叠服务(European Geostationary Navigation Overlay Service, EGNOS)、日本基于多功能运输卫星(MTSat)的扩增系统:多功能卫星增强系统(Multi-Functional Satellite Augmentation System, MSAS)。

[0007] 上述几类系统共同形成了目前全球导航卫星系统多系统、多频段、满天星的格局。众多不同频段的GNSS信号给GNSS接收机的设计,尤其是射频前端模块的设计带来巨大的挑战。

[0008] 现有的多频段GNSS接收机射频前端模块通常由功分器和声表滤波器组成,实现多频段GNSS信号的接收。功分器是一种将一路输入信号能量分成两路或多路输出相等或不相等能量的器件。现有GNSS接收机采用的功分器通常是将一路输入信号的能量进行均分,考虑功分器的插入损耗,每一路输出信号相比输入信号都有较大(例如几dB)的能量衰减,这种能量衰减进而影响GNSS接收机后续模块的工作性能。

[0009] 另外,即便忽略功分器造成的能量衰减,目前市面上多频段GNSS接收机射频前端模块的设计也很少有能够同时支持前述所有系统、所有频段的GNSS信号。个别能够接收全系统全频段GNSS信号的接收机,也都存在射频前端模块设计过于复杂、生产成本低、功率消耗大的问题。

### 发明内容

[0010] 针对现有技术中存在的技术问题,本申请提出一种多频段GNSS接收机,包括:天线模块,包括第一有源天线;射频前端模块,包括一型双工器,所述一型双工器的第一端口与

所述第一有源天线耦合,配置为从所述第一有源天线接收GNSS信号;所述一型双工器还配置为将所述GNSS信号中处于LF频段的信号和处于MF/MFH频段的信号分两个射频通道处理,并分别从所述一型双工器的第二端口和第三端口输出;射频信号处理模块,与所述射频前端模块耦合,配置为接收所述射频前端模块输出的GNSS信号;GNSS基带信号处理模块,与所述射频信号处理模块耦合;以及中央处理器模块,与所述GNSS基带信号处理模块耦合;其中,所述一型双工器第二输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点大于LF频段频率范围的最大值,所述一型双工器第三输出端口所在射频通道最大插入损耗对应的频点小于MF/MFH频段频率范围的最小值。

[0011] 总体来说,本申请提出的多频段GNSS接收机具有以下优点:

[0012] (1) 射频前端模块能够支持多系统多频段、甚至是全系统全频段的GNSS信号;

[0013] (2) 天线模块支持单天线或双天线的配置;

[0014] (3) 根据GNSS信号频段占用特点引入双工器,大幅降低信号分路之后输出信号的功率损失,同时在射频前端模块即可将GNSS信号按照不同频段分路,降低了后续模块的工作复杂程度;

[0015] (4) 采用市场成熟器件,节省设计和生产成本;

[0016] (5) 射频前端模块结构紧凑,灵活性高,节省成本和降低功耗;

[0017] (6) 减少使用功分器,必须使用功分器时,避免在功分器的输出端连接滤波器,减少滤波器使用数量,提升性能、降低成本。

## 附图说明

[0018] 下面,将结合附图对本申请的优选实施方式进一步详细的说明,其中:

[0019] 图1是低频(LF)频段GNSS信号频段占用示意图;

[0020] 图2是中频(MF)频段GNSS信号频段占用示意图;

[0021] 图3是高频(HF)频段GNSS信号频段占用示意图;

[0022] 图4是GNSS接收机基本结构示意图;

[0023] 图5是根据本申请的一个实施例的单天线双射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0024] 图6是根据本申请的一个实施例的单天线双射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0025] 图7是根据本申请的一个实施例的单天线三射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0026] 图8是根据本申请的一个实施例的单天线三射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0027] 图9是根据本申请的一个实施例的单天线四射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0028] 图10是根据本申请的一个实施例的单天线三射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0029] 图11是根据本申请的一个实施例的单天线四射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0030] 图12是根据本申请的一个实施例的双天线四射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0031] 图13是根据本申请的一个实施例的双天线六射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0032] 图14是根据本申请的一个实施例的双天线六射频通道GNSS接收机结构示意图;

[0033] 图15是根据本申请的一个实施例的双天线六射频通道GNSS接收机结构示意图;以及

[0034] 图16是根据本申请的一个实施例的双天线六射频通道GNSS接收机结构示意图。

### 具体实施方式

[0035] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0036] 在以下的详细描述中,可以参看作为本申请一部分用来说明本申请的特定实施例的各个说明书附图。在附图中,相似的附图标记在不同图式中描述大体上类似的组件。本申请的各个特定实施例在以下进行了足够详细的描述,使得具备本领域相关知识和技术的普通技术人员能够实施本申请的技术方案。应当理解,还可以利用其它实施例或者对本申请的实施例进行结构、逻辑或者电性的改变。

[0037] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。对于附图中的各单元之间的连线,仅仅是为了便于说明,其表示至少连线两端的单元是相互通信的,并非旨在限制未连线的单元之间无法通信。另外,两个单元之间线条的数目旨在表示该两个单元之间通信至少所涉及的信号数或至少具备的输出端,并非用于限定该两个单元之间只能如图中所示的信号来进行通信。

[0038] 表1列出了目前全球导航定位系统中常见的系统及GNSS信号。

[0039] 表1

[0040]

系统	信号
北斗卫星导航系统	B2a/B2b/B2I/B3I/B1I/B1C/S1/S2C
GPS	L5/L2C/L1CA/L1C
GLONASS	G1/G2
Galileo	E5a/E5b/E6/E1
QZSS	L5/L6/L1CA/L1C/L1S
NavIC	L5 (I) /SPS-L1/S (I)
SBAS	L1CA
海事卫星等	LBAND

[0041] 其中,NavIC系统的S频段信号标记为S (I),以便与北斗卫星导航系统的S频段信号加以区分;NavIC系统的L5频段信号标记为L5 (I),以便与GPS和QZSS系统的L5频段信号加以区分;NavIC的SPS-L1信号占用的频段与图2所示L1C频段和B1C频段信号相同,未在图2中示出。

[0042] 图1至图3示出了表1所列GNSS信号所占用的频段。其中,图1是低频(LF)区域GNSS信号频段占用示意图;图2是中频(MF)区域GNSS信号频段占用示意图;图3是高频(HF)GNSS信号频段占用示意图。

[0043] 由图1和图3可知,表1所列的GNSS信号的中心频点范围从最低1176.450MHz(即图1所示L5 (I) 频段信号、L5频段信号、E5a频段信号和B2a频段信号的中心频点)到最高2492.028MHz(即图3所示三个频段信号的中心频点)。考虑到信号的带宽,由图1和图3可知,表1所列的GNSS信号的最大频率范围是1166.220MHz至2499.910MHz,这个范围也就是多频段GNSS接收机射频前端模块需要考虑的最大频率范围。

[0044] 由图1至图3可见,表1所列的信号主要分布在最大频率范围内的三个区域,这三个区域分别标记为低频(LF)频段、中频(MF)频段、高频(HF)频段。

[0045] 如图1所示,LF频段的频率范围是1166.220MHz至1283.865MHz,即: $f_{LF,min}=1166.220\text{MHz}$ , $f_{LF,max}=1283.865\text{MHz}$ 。LF频段还可以进一步细分为LF频段的低频区域(标记为LFL)以及LF频段的高频区域(标记为LFH)。

[0046] 如图2所示,MF频段的频率范围是1530.000MHz至1605.886MHz,即: $f_{MF,min}=1530.000\text{MHz}$ , $f_{MF,max}=1605.886\text{MHz}$ 。其中MF频段中不包括LBAND频段的区域还可以进一步细分为MF频段的高频区域,标记为MFH,MFH频段的频率范围是1559.052MHz至1605.886MHz,即: $f_{MFH,min}=1559.052\text{MHz}$ , $f_{MFH,max}=1605.886\text{MHz}$ 。

[0047] 如图3所示,HF频段的频率范围是2483.590MHz至2499.910MHz,即: $f_{HF,min}=2483.590\text{MHz}$ , $f_{HF,max}=2499.910\text{MHz}$ 。

[0048] 图4是GNSS接收机基本结构示意图。如图所示,GNSS接收机通常包括天线模块,配置为接收自由空间的无线射频信号,即不同频段的GNSS信号。

[0049] GNSS接收机通常包括与天线模块耦合的射频前端模块,配置为对射频信号进行放大、滤波等操作。

[0050] GNSS接收机通常包括与射频前端模块耦合的射频信号处理模块,配置为对射频信号进行下变频后生成低中频或零中频模拟信号,然后输出给后续模块进行处理。射频信号处理模块也可以包括ADC采样模块(未示出),将生成的低中频或零中频模拟信号转换为基带数字采样信号再输出给后续模块进行处理。

[0051] GNSS接收机通常包括与射频信号处理模块耦合的GNSS基带信号处理模块,配置为接收GNSS信号(即经过射频前端模块、射频信号处理模块相应处理后的射频信号)并进行处理,包括GNSS信号的捕获、跟踪、电文的解调等。如果从射频信号处理模块接收到的信号为模拟信号,GNSS基带信号处理模块还需要包括ADC采样模块(未示出)对模拟信号进行采样处理。

[0052] GNSS接收机通常还包括与GNSS基带信号处理模块耦合的中央处理器模块,中央处理器模块是GNSS接收机的控制核心,配置为对GNSS信号处理模块进行调度和配置,还配置为根据GNSS基带信号处理模块上报的观测量进行定位、测速和授时处理。

[0053] 在实际应用中,根据不同需求有可能会由GNSS基带信号处理模块和中央处理器模块组成GNSS基带芯片,也有可能由射频信号处理模块、GNSS基带信号处理模块和中央处理器模块组成GNSS射频基带一体芯片,而天线模块和射频前端模块通常设置在芯片之外。

[0054] 射频前端模块需要根据GNSS接收机中后续模块/芯片的功能进行设计,合理的射频前端设计能够减少信号损失,降低性能损失,保障后续模块/芯片正常运行。

[0055] 本申请提出了一种多频段GNSS接收机,其射频前端模块能够支持前述各频段GNSS信号中的大部分甚至全部,同时能够最大限度降低现有多频段GNSS接收机使用功分器造成的能量衰减,并且在射频前端模块即可将GNSS信号按照不同频段分路,降低了后续模块的工作复杂程度。

[0056] 如图1至图3所示,LF、MF、HF三个频段之间都有较大的频率间隔,基于这个特点,本申请用双工器替代功分器。

[0057] 双工器可以是包括三个端口的器件,一个端口与天线相连,另外两个端口与收发

设备相连,采用一个天线就能够实现一个频段信号的接收和另一个频段信号的发射,并对发射和接收频段进行隔离。双工器与收发设备相连的两个端口也可以同时作为两个不同频段信号的发射端口或接收端口。

[0058] 基于双工器的上述特性,本申请的多频段GNSS接收机射频前端模块引入双工器,将双工器的两个收发端口用作两个不同频段卫星导航信号的接收端口,按照频段将从天线模块接收到的GNSS信号按频段一分为二,一分为二后输出的每个频段的信号与从天线模块接收的信号相比功率谱密度基本保持不变,只有少量的插入损耗(小于0.5dB)。

[0059] 图5是根据本申请的一个实施例的单天线双射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0060] 根据一个实施例,图5所示的GNSS接收机100可以包括天线模块110,天线模块110可以包括有源天线111,配置为接收自由空间中的无线射频信号,即不同频段的GNSS信号。

[0061] 根据一个实施例,图5所示的GNSS接收机100可以包括射频前端模块120,射频前端模块120可以包括A型双工器121。

[0062] 根据一个实施例,图5所示的GNSS接收机100还可以包括射频信号处理模块130、GNSS基带信号处理模块140和中央处理器模块150。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块140和中央处理器模块150组成GNSS基带芯片(未示出),也有可能由射频信号处理模块130、GNSS基带信号处理模块140和中央处理器模块150组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0063] 根据一个实施例,A型双工器121可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线111耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。A型双工器121配置为从有源天线111接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0064] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器121配置为从有源天线111接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MFH频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0065] 根据一个实施例,A型双工器低频输出端输出的信号最大插入损耗在频点1298.75MHz处的典型值为0.81dB,而 $f_{LF,max}$ (1283.865MHz) < 1298.75MHz,因此从低频输出端输出的LF频段GNSS信号的插入损耗则更小。

[0066] 根据一个实施例,A型双工器高频输出端输出的信号最大插入损耗在频点1525.000MHz处的典型值为0.81dB,而 $f_{MF,min}$ (1530.000MHz) > 1525.000MHz、 $f_{MFH,min}$ (1559.052MHz) > 1525.000MHz,因此从高频输出端输出的MF或MFH频段GNSS信号的插入损耗则更小。

[0067] 由图1和图2可知,频点1298.75MHz和1525.000MHz的均处于LF频段和MF/MFH频段之间的间隔区域,GNSS接收机一般不考虑接收这一频率范围内的信号,因此采用A型双工器在LF频段和MF/MFH频段之间的间隔频率范围内进行分割和信号分路,既不影响GNSS信号,也对LF频段的高频噪声以及MF/MFH频段的低频噪声起到抑制效果,同时大幅减小信号分路之后的能量损耗。与采用功分器相比,采用A型双工器使得GNSS信号从射频前端模块输出时已经按照LF频段和MF/MFH频段分路,降低了后续模块的工作复杂程度。

[0068] 综上,图5示出了一种GNSS接收机100,形成两个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LF和MF(或MFH)频段的GNSS信号。

[0069] 结合表1以及图1至图2,GNSS接收机100的射频前端模块120能够支持多系统多频段的GNSS信号,包括:

[0070] 北斗卫星导航系统的B2a、B2b、B2I、B3I、B1I、B1C频段信号;

[0071] GPS的L5、L2C、L1CA、L1C频段信号;

[0072] GLONASS的G1、G2频段信号;

[0073] Galileo的E5a、E5b、E6、E1频段信号;

[0074] QZSS的L5、L6、L1CA、L1C、L1S频段信号;

[0075] NavIC的L5 (I)、L1频段信号;

[0076] SBAS的L1频段信号;

[0077] 和/或海事卫星的LBAND频段信号。

[0078] A型双工器121输出LF频段信号的射频通道本振频率 $f_{LF,LO}$ 设置值取在 $f_{LF,min}$  (1166.220MHz)和 $f_{LF,max}$  (1283.865MHz)之间,为了降低ADC采样率,一般取在射频通道所输出信号频段的中间附近,即:

$$[0079] \quad f_{LF,LO} \approx \frac{f_{LF,min} + f_{LF,max}}{2}$$

[0080] 同理,A型双工器121输出MF频段信号的射频通道本振频率 $f_{MF,LO}$ 设置值也取在MF频段的 $f_{MF,min}$  (1530.000MHz)和 $f_{MF,max}$  (1605.886MHz)中间附近,即:

$$f_{MF,LO} \approx \frac{f_{MF,min} + f_{MF,max}}{2}$$

[0081] 如果GNSS接收机100不考虑接收LBAND频段信号,A型双工器121的高频输出端只输出MFH频段的信号,输出MFH频段信号的射频通道本振频率 $f_{MFH,LO}$ 设置值也取在MFH频段的 $f_{MFH,min}$  (1559.052MHz)和 $f_{MFH,max}$  (1605.886MHz)中间附近,即:

$$f_{MFH,LO} \approx \frac{f_{MFH,min} + f_{MFH,max}}{2}$$

[0082] GNSS接收机100的ADC采样频率 $f_{ADC}$ 需要满足:

$$[0083] \quad f_{ADC} \geq \max \left\{ \begin{array}{l} f_{LF,max} - f_{LF,min}, f_{MF,max} - f_{MF,min}, 2|f_{LF,max} - f_{LF,LO}|, \\ 2|f_{LF,min} - f_{LF,LO}|, 2|f_{MF,max} - f_{MF,LO}|, 2|f_{MF,min} - f_{MF,LO}| \end{array} \right\}$$

$$\approx 117.645\text{MHz}$$

[0084] 或者当不考虑接收LBAND频段信号时,GNSS接收机100的ADC采样频率 $f_{ADC}$ 需要满足:

$$[0085] \quad f_{ADC} \geq \max \left\{ \begin{array}{l} f_{LF,max} - f_{LF,min}, f_{MFH,max} - f_{MFH,min}, 2|f_{LF,max} - f_{LF,LO}|, \\ 2|f_{LF,min} - f_{LF,LO}|, 2|f_{MFH,max} - f_{MFH,LO}|, 2|f_{MFH,min} - f_{MFH,LO}| \end{array} \right\}$$

$$\approx 117.645\text{MHz}$$

[0086] 需要说明的是,上述LF、MF(或MFH)频段的频率范围考虑的已经是该频段对应的最小频率范围,实际应用中可以在包括上述频率范围的基础上取更大的频率范围。

[0087] 图6是根据本申请的一个实施例的单天线双射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0088] 根据一个实施例,图6所示的GNSS接收机1001可以包括天线模块110,天线模块110可以包括有源天线111。

[0089] 根据一个实施例,图6所示的GNSS接收机1001可以包括射频前端模块1201,射频前端模块1201可以包括A型双工器121。

[0090] 根据一个实施例,图6所示的GNSS接收机1001还可以包括射频信号处理模块130、GNSS基带信号处理模块140和中央处理器模块150。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块140和中央处理器模块150组成GNSS基带芯片(未示出),也有可能由射频信号处理模块130、GNSS基带信号处理模块140和中央处理器模块150组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0091] 根据一个实施例,图6所示的GNSS接收机1001中的天线模块110、射频前端模块1201中的A型双工器121、以及其他后续模块/芯片的工作原理与图5所示GNSS接收机100中的天线模块110、射频前端模块120中的A型双工器121、以及其他后续模块/芯片的工作原理相同,此处不再赘述。

[0092] 根据一个实施例,图6所示的射频前端模块1201还可以包括LF频段滤波器122。LF频段滤波器122可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器121的低频输出端和射频信号处理模块130之间,配置为对A型双工器121低频输出端输出的LF频段信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0093] 根据一个实施例,图6所示的射频前端模块1201还可以包括MF(或MFH)频段滤波器123。MF(或MFH)频段滤波器123可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器121的高频输出端和射频信号处理模块130之间,配置为对A型双工器121高频输出端输出的MF(或MFH)频段信号进行滤波,抑制MF(或MFH)频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0094] 综上,图6示出了一种GNSS接收机1001,形成两个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LF和MF(或MFH)频段的GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段和MF/MFH频段分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;同时GNSS接收机1001射频前端模块1201采用分别针对LF和MF(或MFH)频段的滤波器,有效抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0095] 同时,图6所示的GNSS接收机1001的射频前端模块1201采用在A型双工器输出端设置滤波器的结构,避免了现有GNSS接收机中在功分器的输出端设置滤波器的结构。现有的多频段GNSS接收机的射频前端模块通常只采用功分器建立射频通道,为了抑制每个射频通道输出信号的噪声,只能在功分器的输出端设置滤波器,但这样会导致功分器的输入和输出端阻抗失配,引入未知的问题。而本申请GNSS接收机的射频前端模块,例如图6所示的射频前端模块1201,通过A型双工器将LF频段和MF(或MFH)频段GNSS信号进行分路并输出,因此针对不同频段的滤波器可以设置在A型双工器的输出端,从而避免了在功分器输出端设置滤波器,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0096] 结合表1以及图1至图2,GNSS接收机1001的射频前端模块1201能够支持的GNSS系统和信号与GNSS接收机100的射频前端模块120能够支持的GNSS系统和信号相同,此处不再赘述。



[0097] 图7是根据本申请的一个实施例的单天线三射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0098] 根据一个实施例,图7所示的GNSS接收机1002可以包括天线模块110,天线模块110可以包括有源天线111。

[0099] 根据一个实施例,图7所示的GNSS接收机1002可以包括射频前端模块1202,射频前端模块1202可以包括A型双工器121。

[0100] 根据一个实施例,图7所示的GNSS接收机1002的射频前端模块1202还可以包括LF频段滤波器122、以及MF(或MFH)频段滤波器123。

[0101] 根据一个实施例,图7所示的GNSS接收机1002还可以包括射频信号处理模块130、GNSS基带信号处理模块140和中央处理器模块150。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块140和中央处理器模块150组成GNSS基带芯片(未示出),也有可能由射频信号处理模块130、GNSS基带信号处理模块140和中央处理器模块150组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0102] 根据一个实施例,图7所示的GNSS接收机1002中的天线模块110、射频前端模块1202中的A型双工器121、MF(或MFH)频段滤波器123以及其他后续模块/芯片的工作原理与图6所示GNSS接收机1001中的天线模块110、射频前端模块1201中的A型双工器121、MF(或MFH)频段滤波器123以及其他后续模块/芯片的工作原理相同,此处不再赘述。

[0103] 从图5所示的GNSS接收机100和图6所示的GNSS接收机1001的描述可知,由于LF频段对应的频率范围较宽,导致ADC最小采样频率约为120MHz,GNSS信号基带处理模块的运算量也会随之提高,同时需要有较高的运行速度完成所有GNSS信号的处理。

[0104] 为了合理降低GNSS接收机的ADC采样频率,根据一个实施例,将LF频段进一步细分为LF频段的低频区域(标记为LFL频段)和LF频段的高频区域(标记为LFH频段),并通过两个射频通道分别处理LFL频段和LFH频段的GNSS信号。

[0105] LFL频段的频率范围满足: $f_{LFL,min} = 1166.220\text{MHz}$ ,  $f_{LFL,max} \geq 1225.0425\text{MHz}$ (即LF频段的中心频点)。

[0106] LFH频段的频率范围满足: $f_{LFH,min} \leq 1225.0425\text{MHz}$ ,  $f_{LFH,max} = 1283.865\text{MHz}$ 。

[0107] 其中, $f_{LFL,max}$ 和 $f_{LFH,min}$ 的取值不是固定的单一频点,主要有两个原因:1、L2C信号的频段位于LF频段的中间,需要LFL频段或者LFH频段中的至少一个频段包含L2C信号的频段;2、射频通道的本振频率取值有可能不在LF频段的正中间。

[0108] 处理LFL频段GNSS信号的射频通道的本振频率 $f_{LFL,LO}$ 满足:

$$[0109] \quad f_{LFL,LO} \approx \frac{f_{LFL,min} + f_{LFL,max}}{2} \geq 1195.63125\text{MHz}$$

[0110] 或者,如果处理LFL频段GNSS信号的射频通道不考虑接收L2C频段信号,则其本振频率 $f_{LFL,LO}$ 满足:

$$[0111] \quad f_{LFL,LO} \approx \frac{f_{LFL,min} + f_{LFL,max}}{2} \approx 1195.63125\text{MHz}$$

[0112] 处理LFH频段GNSS信号的射频通道的本振频率 $f_{LFH,LO}$ 满足:

$$[0113] \quad f_{\text{LFH,LO}} \approx \frac{f_{\text{LFH,min}} + f_{\text{LFH,max}}}{2} \leq 1254.45375\text{MHz}$$

[0114] 或者,如果处理 LFH 频段 GNSS 信号的射频通道 不考虑 接收 L 2C 频段信号

[0115] 则其本振频率  $f_{\text{LFH,LO}}$  满足:

$$[0116] \quad f_{\text{LFH,LO}} \approx \frac{f_{\text{LFH,min}} + f_{\text{LFH,max}}}{2} \approx 1254.45375\text{MHz}$$

[0117] 根据一个实施例,图7所示的射频前端模块1202还可以包括功分器124,其耦合在LF频段滤波器122和射频信号处理模块130之间。功分器124配置为将从LF频段滤波器122接收的LF频段GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,从每个射频通道输出的GNSS信号均包括LFL和LFH频段的GNSS信号,使后续模块例如射频信号处理模块130、GNSS基带信号处理模块140能够在两个射频通道中分别处理LFL或LFH频段的GNSS信号。

[0118] 根据一个实施例,LF频段滤波器122可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器121的低频输出端和功分器124之间,配置为对A型双工器121低频输出端输出的LF频段GNSS信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0119] 根据其他实施例,图7所示的功分器124也可以替换为B型双工器(未示出),B型双工器可以在L2C频段信号和G2频段信号之间间隔的频率范围(1237.830MHz至1258.290MHz,参见图1)内,对从LF频段滤波器122接收的LF频段信号按照LFL频段(L2C频段信号包含在LFL频段内)和LFH频段进行分割和信号分路,将LFL频段的GNSS信号从低频输出端输出给射频信号处理模块130,将LFH频段的GNSS信号从高频输出端输出给射频信号处理模块130,形成两个射频通道。

[0120] 综上,图7示出了一种GNSS接收机1002,形成三个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LFL、LFH和MF(或MFH)频段的GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段和MF/MFH频段(或LFL频段、LFH频段和MF/MFH频段)分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;GNSS接收机1002射频前端模块1202还采用分别针对LF和MF(或MFH)两个频段的滤波器,有效抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0121] 同时,图7所示的GNSS接收机1002的射频前端模块1202的结构只在双工器的输出端设置滤波器,避免了现有的GNSS接收机中在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0122] 根据其他实施例,图7所示的GNSS接收机1002的射频前端模块1202可以只包括A型双工器与功分器(或B型双工器),不设置滤波器,也可以使GNSS接收机1002形成三个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LFL、LFH和MF(或MFH)频段的GNSS信号。

[0123] 结合表1以及图1至图2,GNSS接收机1002的射频前端模块1202能够支持的GNSS系统和信号与图5所示的GNSS接收机100的射频前端模块120相同,此处不再赘述。

[0124] 图8是根据本申请的一个实施例的单天线三射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0125] 根据一个实施例,图8所示的GNSS接收机200可以包括天线模块210,天线模块210可以包括有源天线211。

[0126] 根据一个实施例,图8所示的GNSS接收机200可以包括射频前端模块220,射频前端

模块220可以包括C型双工器225和A型双工器221。

[0127] 根据一个实施例,图8所示的GNSS接收机200还可以包括射频信号处理模块230、GNSS基带信号处理模块240和中央处理器模块250。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块240和中央处理器模块250组成GNSS基带芯片(未示出),也有可能由射频信号处理模块230、GNSS基带信号处理模块240和中央处理器模块250组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0128] 根据一个实施例,C型双工器225可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线211耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。C型双工器225配置为从有源天线211接收GNSS信号,并将LF和MF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从高频输出端口输出,形成两个射频通道。

[0129] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,C型双工器225配置为从有源天线211接收GNSS信号,并将LF和MFH频段的GNSS信号从低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0130] 根据一个实施例,C型双工器低频输出端输出的信号最大插入损耗在频点1990.000MHz处的典型值为0.67dB,而 $f_{MF,max}$ 和 $f_{MFH,max}$ (1605.886MHz)均小于1990.000MHz,因此从低频输出端输出的LF和MF(或MFH)频段GNSS信号的插入损耗则更小。

[0131] 根据一个实施例,C型双工器高频输出端输出的信号最大插入损耗在频点2400.000MHz处的典型值为0.54dB,而 $f_{HF,min}$ (2483.590MHz) > 2400.000MHz,因此从高频输出端输出的HF频段GNSS信号的插入损耗则更小。

[0132] 由图2和图3可知,频点1990.000MHz和2400.000MHz的均处于MF(或MFH)频段和HF频段之间的间隔区域,GNSS接收机一般不考虑接收这一频率范围内的信号,因此采用C型双工器在MF(或MFH)频段和HF频段之间的间隔频率范围内进行分割和信号分路,既不影响GNSS信号,也对MF(或MFH)频段的高频噪声以及HF频段的低频噪声起到抑制效果,同时大幅减小信号分路之后的能量损耗。与采用功分器相比,采用C型双工器使得GNSS信号从射频前端模块输出时已经按照MF(或MFH)频段和HF频段分路,降低了后续模块的工作复杂程度。

[0133] 根据一个实施例,A型双工器221可以包括三个端口,其中一个端口与C型双工器的低频输出端耦合,另外两个端口分别为其自身的低频输出端和高频输出端。A型双工器221配置为从C型双工器的低频输出端接收LF和MF频段GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从自身的低频输出端输出,将MF频段的GNSS信号从自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0134] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器221配置为从C型双工器的低频输出端接收LF和MFH频段GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从自身的低频输出端输出,将MFH频段的GNSS信号从自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0135] A型双工器221将接收到的LF和MF(或MFH)频段的GNSS信号分路的原理与图5至图7所示的A型双工器121类似,此处不再赘述。

[0136] 根据一个实施例,图8所示的射频前端模块220还可以包括LF频段滤波器222。LF频段滤波器222是声表面滤波器,其耦合在A型双工器221的低频输出端和射频信号处理模块230之间,配置为对A型双工器221低频输出端输出的LF频段GNSS信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0137] 根据一个实施例,图8所示的射频前端模块220还可以包括MF(或MFH)频段滤波器

223。MF (或MFH) 频段滤波器223是声表面滤波器,其耦合在A型双工器221的高频输出端和射频信号处理模块230之间,配置为对A型双工器221高频输出端输出的MF (或MFH) 频段GNSS信号进行滤波,抑制MF (或MFH) 频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0138] 根据一个实施例,图8所示的射频前端模块220还可以包括HF频段滤波器226。HF频段滤波器226是声表面滤波器,其耦合在C型双工器225的高频输出端和射频信号处理模块230之间,配置为对C型双工器225高频输出端输出的HF频段GNSS信号进行滤波,抑制HF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0139] 综上,图8示出了一种GNSS接收机200,形成三个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LF、MF (或MFH) 和HF频段的GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段、MF (或MFH) 频段和HF频段分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;同时GNSS接收机200射频前端模块220采用分别针对LF、MF (或MFH) 和HF频段的滤波器,抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0140] 同时,图8所示的GNSS接收机200的射频前端模块220的结构只在双工器输出端设置滤波器,避免了现有GNSS接收机中在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0141] 根据其他实施例,图8所示的GNSS接收机200的射频前端模块220可以只包括C型双工器与A型双工器,不设置滤波器,也可以使GNSS接收机200形成三个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LF、MF (或MFH) 和HF频段的GNSS信号。

[0142] 结合表1以及图1至图3,GNSS接收机200的射频前端模块220能够支持全系统全频段的GNSS信号,包括:

[0143] 北斗卫星导航系统的B2a、B2b、B2I、B3I、B1I、B1C、S1、S2C频段信号;

[0144] GPS的L5、L2C、L1CA、L1C频段信号;

[0145] GLONASS的G1、G2频段信号;

[0146] Galileo的E5a、E5b、E6、E1频段信号;

[0147] QZSS的L5、L6、L1CA、L1C、L1S频段信号;

[0148] NavIC的L5 (I)、L1、S (I) 频段信号;

[0149] SBAS的L1频段信号;

[0150] 和/或海事卫星的LBAND频段信号。

[0151] C型双工器225输出HF频段信号的射频通道本振频率 $f_{HF,LO}$ 设置值取在 $f_{HF,min}$  (2483.590MHz) 和 $f_{HF,max}$  (2499.910MHz) 之间,为了降低ADC采样率,一般取在射频通道所输出信号频段的中间附近,即:

$$[0152] \quad f_{HF,LO} \approx \frac{f_{HF,min} + f_{HF,max}}{2} = 2491.750\text{MHz}$$

[0153] HF频段的带宽为:

$$[0154] \quad f_{HF,max} - f_{HF,min} = 2499.910\text{MHz} - 2483.590\text{MHz} = 16.320\text{MHz}$$

[0155] MF频段的带宽为:

$$[0156] \quad f_{MF,max} - f_{MF,min} = 1605.886\text{MHz} - 1530.000\text{MHz} = 75.886\text{MHz}$$

[0157] MFH频段的带宽为:

[0158]  $f_{\text{MFH,max}} - f_{\text{MFH,min}} = 1605.886\text{MHz} - 1559.052\text{MHz} = 46.834\text{MHz}$

[0159] LF频段的带宽为:

[0160]  $f_{\text{LF,max}} - f_{\text{LF,min}} = 1283.865\text{MHz} - 1166.220\text{MHz} = 117.645\text{MHz}$

[0161] 由此可见,与LF和MF(或MFH)频段的带宽相比,HF频段的带宽较小,因此ADC采样频率  $f_{\text{ADC}}$  主要受限于LF和MF(或MFH)频段的带宽,  $f_{\text{HF,L0}}$  的设置范围也可以灵活一些,只要最后的ADC采样信号能够包含HF频带即可。

[0162] 图9是根据本申请的一个实施例的单天线四射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0163] 根据一个实施例,图9所示的GNSS接收机2001可以包括天线模块210,天线模块210可以包括有源天线211。

[0164] 根据一个实施例,图9所示的GNSS接收机2001可以包括射频前端模块2201,射频前端模块2201可以包括C型双工器225和A型双工器221。

[0165] 根据一个实施例,图9所示的GNSS接收机2001的射频前端模块2201还可以包括LF频段滤波器222、MF(或MFH)频段滤波器223、以及HF频段滤波器226。

[0166] 根据一个实施例,图9所示的GNSS接收机2001还可以包括射频信号处理模块230、GNSS基带信号处理模块240和中央处理器模块250。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块240和中央处理器模块250组成GNSS基带芯片(未示出),也有可能由射频信号处理模块230、GNSS基带信号处理模块240和中央处理器模块250组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0167] 根据一个实施例,图9所示的GNSS接收机2001中的天线模块210,射频前端模块2201中的C型双工器225、A型双工器221、MF(或MFH)频段滤波器223、HF频段滤波器226、以及其他后续模块/芯片的工作原理与图8所示GNSS接收机200中的天线模块210、射频前端模块220中的C型双工器225、A型双工器221、MF(或MFH)频段滤波器223、HF频段滤波器226、以及其他后续模块/芯片的工作原理相同,此处不再赘述。

[0168] 与图7所示的GNSS接收机1002类似,为了合理降低GNSS接收机的ADC采样频率,根据一个实施例,图9所示的GNSS接收机2001将LF频段进一步细分为LFL频段和LFH频段,并通过两个射频通道分别处理LFL频段和LFH频段的GNSS信号。

[0169] 根据一个实施例,图9所示的射频前端模块2201还可以包括功分器224,其耦合在LF频段滤波器222和射频信号处理模块230之间。功分器224配置为将从LF频段滤波器222接收的LF频段GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,从每个射频通道输出的GNSS信号均包括LFL和LFH频段的GNSS信号,使后续模块例如射频信号处理模块230、GNSS基带信号处理模块240能够在两个射频通道中分别处理LFL或LFH频段的GNSS信号。

[0170] 根据一个实施例,LF频段滤波器222可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器221的低频输出端和功分器224之间,配置为对A型双工器221低频输出端输出的LF频段GNSS信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0171] 根据其他实施例,图9所示的功分器224也可以替换为B型双工器(未示出),B型双工器可以在L2C频段信号和G2频段信号之间间隔的频率范围(1237.830MHz至1258.290MHz,参见图1)内,对从LF频段滤波器222接收的LF频段信号按照LFL频段(L2C频段信号包含在LFL频段内)和LFH频段进行分割和信号分路,将LFL频段的GNSS信号从低频输出端输出给射

频信号处理模块230,将LFH频段的GNSS信号从高频输出端输出给输出给射频信号处理模块230,形成两个射频通道。

[0172] 综上,图9示出了一种GNSS接收机2001,形成四个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段、MF/MFH频段和HF频段(或LFL频段、LFH频段、MF/MFH频段和HF频段)分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;GNSS接收机2001的射频前端模块2201还采用针对LF、MF(或MFH)和HF三个频段的滤波器,有效抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0173] 同时,图9所示的GNSS接收机2001的射频前端模块2201的结构只在双工器的输出端设置滤波器,避免了现有GNSS接收机中在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0174] 根据其他实施例,图9所示的GNSS接收机2001的射频前端模块2201可以只包括C型双工器、A型双工器与功分器(或B型双工器),不设置滤波器,也可以使GNSS接收机2001形成四个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号。

[0175] 结合表1以及图1至图3,GNSS接收机2001的射频前端模块2201能够支持全系统全频段的GNSS信号,所支持的GNSS系统和信号与图8所示的GNSS接收机200的射频前端模块220相同,此处不再赘述。

[0176] 图10是根据本申请的一个实施例的单天线三射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0177] 根据一个实施例,图10所示的GNSS接收机300可以包括天线模块310,天线模块310可以包括有源天线311。

[0178] 根据一个实施例,图10所示的GNSS接收机300可以包括射频前端模块320,射频前端模块320可以包括A型双工器321和C型双工器325。

[0179] 根据一个实施例,图10所示的GNSS接收机300还可以包括射频信号处理模块330、GNSS基带信号处理模块340和中央处理器模块350。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块340和中央处理器模块350组成GNSS基带芯片(未示出),也可以由射频信号处理模块330、GNSS基带信号处理模块340和中央处理器模块350组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0180] 根据一个实施例,A型双工器321可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线311耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。A型双工器321配置为从有源天线311接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MF和HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0181] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器321配置为从有源天线311接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MFH和HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0182] A型双工器321将接收到的LF以及MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号分路的原理与图5至图7中A型双工器121类似,此处不再赘述。

[0183] 根据一个实施例,C型双工器325可以包括三个端口,其中一个端口与A型双工器321的高频输出端耦合,另外两个端口分别为其自身的低频输出端和高频输出端。C型双工器325配置为从A型双工器的高频输出端接收MF和HF频段的GNSS信号,并将MF频段的GNSS信

号从自身的低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号自身的从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0184] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,C型双工器325配置为从A型双工器321的高频输出端接收MFH和HF频段的GNSS信号,并将MFH频段的GNSS信号从自身的低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0185] C型双工器325将接收到的MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号分路的原理与图8和图9中C型双工器225类似,此处不再赘述。

[0186] 根据一个实施例,图10所示的射频前端模块320还可以包括LF频段滤波器322。LF频段滤波器322可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器321的低频输出端和射频信号处理模块330之间,配置为对A型双工器321低频输出端输出的LF频段GNSS信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0187] 根据一个实施例,图10所示的射频前端模块320还可以包括MF(或MFH)频段滤波器323。MF(或MFH)频段滤波器323可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器325的低频输出端和射频信号处理模块330之间,配置为对C型双工器325低频输出端输出的MF(或MFH)频段GNSS信号进行滤波,抑制MF(或MFH)频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0188] 根据一个实施例,图10所示的射频前端模块320还可以包括HF频段滤波器226。HF频段滤波器226可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器325的高频输出端和射频信号处理模块330之间,配置为对C型双工器325高频输出端输出的HF频段GNSS信号进行滤波,抑制HF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0189] 综上,图10示出了一种GNSS接收机300,形成三个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LF、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段、MF/MFH频段和HF频段分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;GNSS接收机300射频前端模块320还采用针对LF、MF(或MFH)和HF三个频段的滤波器,有效抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0190] 同时,图10所示的GNSS接收机300的射频前端模块320的结构只在双工器的输出端设置滤波器,避免了现有GNSS接收机中在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0191] 根据其他实施例,图10所示的GNSS接收机300的射频前端模块320可以只包括A型双工器与C型双工器,不设置滤波器,也可以使GNSS接收机300形成三个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LF、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号。

[0192] 结合表1以及图1至图3,GNSS接收机300的射频前端模块能够支持全系统全频段的GNSS信号,所支持GNSS系统和信号与图8所示的GNSS接收机200的射频前端模块220相同,此处不再赘述。

[0193] 图11是根据本申请的一个实施例的单天线四射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0194] 根据一个实施例,图11所示的GNSS接收机3001可以包括天线模块310,天线模块310可以包括有源天线311。

[0195] 根据一个实施例,图11所示的GNSS接收机3001可以包括射频前端模块3201,射频前端模块3201可以包括A型双工器321和C型双工器325。

[0196] 根据一个实施例,图11所示的GNSS接收机3001的射频前端模块3201还可以包括LF频段滤波器322、MF(或MFH)频段滤波器323、以及HF频段滤波器326。

[0197] 根据一个实施例,图11所示的GNSS接收机3001还可以包括射频信号处理模块330、GNSS基带信号处理模块340和中央处理器模块350。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块340和中央处理器模块350组成GNSS基带芯片(未示出),也可以由射频信号处理模块330、GNSS基带信号处理模块340和中央处理器模块350组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0198] 根据一个实施例,图11所示的GNSS接收机3001中的天线模块310,射频前端模块3201中的A型双工器321、C型双工器325、MF(或MFH)频段滤波器323、HF频段滤波器326、以及其他后续模块/芯片的工作原理与图10所示GNSS接收机300中的天线模块310、射频前端模块320中的A型双工器321、C型双工器325、MF(或MFH)频段滤波器323、HF频段滤波器326、以及其他后续模块/芯片的工作原理相同,此处不再赘述。

[0199] 为了合理降低GNSS接收机的ADC采样频率,根据一个实施例,图11所示的GNSS接收机3201将LF频段进一步细分为LFL频段和LFH频段,并通过两个射频通道分别处理LFL频段和LFH频段的GNSS信号。

[0200] 根据一个实施例,图11所示的射频前端模块3201还可以包括功分器324,其耦合在LF频段滤波器322和射频信号处理模块330之间。功分器324配置为将从LF频段滤波器322接收的LF频段GNSS信号能量均分后行成两个射频通道输出,从每个射频通道输出的GNSS信号均包括LFL和LFH频段的GNSS信号,使后续模块例如射频信号处理模块330、GNSS基带信号处理模块340能够在两个射频通道中分别处理LFL或LFH频段的GNSS信号。

[0201] 根据一个实施例,LF频段滤波器322可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器321的低频输出端和功分器324之间,配置为对A型双工器321低频输出端输出的LF频段GNSS信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0202] 根据其他实施例,图11所示的功分器324也可以替换为B型双工器(未示出),B型双工器可以在L2C频段信号和G2频段信号之间间隔的频率范围(1237.830MHz至1258.290MHz,参见图1)内,对从LF频段滤波器322接收的LF频段信号按照LFL频段(L2C频段信号包含在LFL频段内)和LFH频段进行分割和信号分路,将LFL频段的GNSS信号从低频输出端输出给射频信号处理模块330,将LFH频段的GNSS信号从高频输出端输出给射频信号处理模块330,形成两个射频通道。

[0203] 综上,图11示出了一种GNSS接收机3001,形成四个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段、MF/MFH频段和HF频段(或LFL频段、LFH频段、MF/MFH频段和HF频段)分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;GNSS接收机3001射频前端模块3201还采用针对LF、MF(或MFH)和HF三个频段的滤波器,有效抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0204] 同时,图11所示的GNSS接收机3001的射频前端模块3201的结构只在双工器的输出端设置滤波器,避免了现有GNSS接收机在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0205] 根据其他实施例,图11所示的GNSS接收机3001的射频前端模块3201可以只包括A型双工器、C型双工器与功分器(或B型双工器),不设置滤波器,也可以使GNSS接收机3001形



成四个射频通道分别处理从单个有源天线接收的LFL、LFH、MF (或MFH) 和HF频段的GNSS信号。

[0206] 结合表1以及图1至图3,GNSS接收机3001的射频前端模块3201能够支持全系统全频段的GNSS信号,所支持GNSS系统和信号与图8所示的GNSS接收机200的射频前端模块220相同,此处不再赘述。

[0207] 图12是根据本申请的一个实施例的双天线四射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0208] 根据一个实施例,图12所示的GNSS接收机400可以包括天线模块410,天线模块410可以包括有源天线411和有源天线412,两个有源天线配置为分别接收自由空间的无线射频信号,即各频段的GNSS信号。

[0209] 根据一个实施例,图12所示的GNSS接收机400可以包括射频前端模块420,射频前端模块420可以包括A型双工器4211和A型双工器4212。

[0210] 根据一个实施例,图12所示的GNSS接收机400的射频前端模块420还可以包括LF频段滤波器4221和LF频段滤波器4222、以及MF (或MFH) 频段滤波器4231和MF (或MFH) 频段滤波器4232。

[0211] 根据一个实施例,图12所示的GNSS接收机400还可以包括射频信号处理模块430、GNSS基带信号处理模块440和中央处理器模块450。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块440和中央处理器模块450组成GNSS基带芯片(未示出),也可以由射频信号处理模块430、GNSS基带信号处理模块440和中央处理器模块450组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0212] 根据一个实施例,A型双工器4211可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线411耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。A型双工器4211配置为从有源天线411接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器4211配置为从有源天线411接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MFH频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0213] 根据一个实施例,A型双工器4212可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线412耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。A型双工器4212配置为从有源天线412接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0214] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器4212配置为从有源天线412接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MFH频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0215] 根据一个实施例,LF频段滤波器4221可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器4211的低频输出端和射频信号处理模块430之间,配置为对A型双工器4211低频输出端输出的LF频段信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0216] 根据一个实施例,LF频段滤波器4222可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器4212的低频输出端和射频信号处理模块430之间,配置为对A型双工器4212低频输出端输出的LF频段信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分

量。

[0217] 根据一个实施例, MF (或MFH) 频段滤波器4231可以是声表面滤波器, 其耦合在A型双工器4211的高频输出端和射频信号处理模块430之间, 配置为对A型双工器4211高频输出端输出的MF (或MFH) 频段信号进行滤波, 抑制MF (或MFH) 频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0218] 根据一个实施例, MF (或MFH) 频段滤波器4232可以是声表面滤波器, 其耦合在A型双工器4212的高频输出端和射频信号处理模块430之间, 配置为对A型双工器4212高频输出端输出的MF (或MFH) 频段信号进行滤波, 抑制MF (或MFH) 频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0219] 根据一个实施例, 图12所示的GNSS接收机400中的天线模块410、射频前端模块420中的A型双工器4211和4212、LF频段滤波器4221和4222、MF (或MFH) 频段滤波器4231和4232、以及其他后续模块/芯片的工作原理与图5至图11所示的单天线GNSS接收机相同, 此处不再赘述。

[0220] 综上, 图12示出了一种GNSS接收机400, 形成四个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LF和MF (或MFH) 频段GNSS信号, 在射频前端模块即可将两个有源天线接收的GNSS信号分别按照LF频段和MF/MFH频段分路, 并大幅减小信号分路之后的能量损耗; GNSS接收机400还采用针对LF和MF (或MFH) 两个频段的滤波器, 有效抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0221] 同时, 图12所示的GNSS接收机400的射频前端模块420的结构只在双工器的输出端设置滤波器, 避免了现有GNSS接收机在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题, 改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0222] 根据其他实施例, 图12所示的GNSS接收机400的射频前端模块420可以只包括A型双工器, 不设置滤波器, 也可以使GNSS接收机400形成四个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LF和MF (或MFH) 频段的GNSS信号。

[0223] 结合表1以及图1至图3, GNSS接收机400的射频前端模块420能够支持的GNSS系统和信号与图5所示的GNSS接收机100的射频前端模块120相同, 此处不再赘述。

[0224] 图13是根据本申请的一个实施例的双天线六射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0225] 根据一个实施例, 图13所示的GNSS接收机4001可以包括天线模块410, 天线模块410可以包括有源天线411和有源天线412。

[0226] 根据一个实施例, 图13所示的GNSS接收机4001可以包括射频前端模块4201, 射频前端模块4201可以包括A型双工器4211和A型双工器4212。

[0227] 根据一个实施例, 图13所示的GNSS接收机4001的射频前端模块4201还可以包括LF频段滤波器4221和LF频段滤波器4222、以及MF (或MFH) 频段滤波器4231和MF (或MFH) 频段滤波器4232。

[0228] 根据一个实施例, 图13所示的GNSS接收机4001的射频前端模块4201还可以包括功分器4241和功分器4242。

[0229] 根据一个实施例, 图13所示的GNSS接收机4001还可以包括射频信号处理模块430、GNSS基带信号处理模块440和中央处理器模块450。根据不同实施例, 可以由GNSS基带信号处理模块440和中央处理器模块450组成GNSS基带芯片(未示出), 也可以由射频信号处理模块430、GNSS基带信号处理模块440和中央处理器模块450组成GNSS射频基带一体芯片(未示

出)。

[0230] 根据一个实施例,图13所示的GNSS接收机4001中的天线模块410、射频前端模块4201中的A型双工器4211和4212、MF(或MFH)频段滤波器4231和4232、以及其他后续模块/芯片的工作原理与图12所示的GNSS接收机400相同,此处不再赘述。

[0231] 为了合理降低GNSS接收机的ADC采样频率,根据一个实施例,图13所示的GNSS接收机4001将LF频段进一步细分为LFL频段和LFH频段,并通过两个射频通道分别处理LFL频段和LFH频段的GNSS信号。

[0232] 根据一个实施例,图13所示的射频前端模块4201的功分器4241耦合在LF频段滤波器4221和射频信号处理模块430之间。功分器4241配置为将从LF频段滤波器4221接收的LF频段GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,从每个射频通道输出的GNSS信号均包括LFL和LFH频段的GNSS信号,使后续模块例如射频信号处理模块430、GNSS基带信号处理模块440能够在两个射频通道中分别处理LFL或LFH频段的GNSS信号。

[0233] 根据一个实施例,图13所示的射频前端模块4201的功分器4242耦合在LF频段滤波器4222和射频信号处理模块430之间。功分器4242配置为将从LF频段滤波器4222接收的LF频段GNSS信号能量均分后形成两个射频通道输出,从每个射频通道输出的GNSS信号均包括LFL和LFH频段的GNSS信号,使后续模块例如射频信号处理模块430、GNSS基带信号处理模块440能够在两个射频通道中分别处理LFL或LFH频段的GNSS信号。

[0234] 根据一个实施例,LF频段滤波器4221可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器4211的低频输出端和功分器4241之间,配置为对A型双工器4211低频输出端输出的LF频段GNSS信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0235] 根据一个实施例,LF频段滤波器4222可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器4212的低频输出端和功分器4242之间,配置为对A型双工器4212低频输出端输出的LF频段GNSS信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0236] 根据其他实施例,图13所示的功分器4241和4242也可以替换为两个B型双工器(未示出),两个B型双工器可以在L2C频段信号和G2频段信号之间间隔的频率范围(1237.830MHz至1258.290MHz,参见图1)内,分别对从LF频段滤波器4221和4222接收的LF频段信号按照LFL频段(L2C频段信号包含在LFL频段内)和LFH频段进行分割和信号分路,将LFL频段的GNSS信号从两个B型双工器的低频输出端输出给射频信号处理模块430,将LFH频段的GNSS信号从两个B型双工器的高频输出端输出给射频信号处理模块430,共形成四个射频通道。

[0237] 综上,图13示出了一种GNSS接收机4001,形成六个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、以及MF(或MFH)频段GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段、MF/MFH频段和HF频段(或LFL频段、LFH频段、MF/MFH频段和HF频段)分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;GNSS接收机4001射频前端模块4201还采用针对LF和MF(或MFH)两个频段的滤波器,有效抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0238] 同时,图13所示的GNSS接收机4001的射频前端模块4201的结构只在双工器的输出端设置滤波器,避免了现有GNSS接收机在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0239] 根据其他实施例,图13所示的GNSS接收机4001的射频前端模块4201可以只包括A

型双工器和功分器(或B型双工器),不设置滤波器,也可以使GNSS接收机4001形成六个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH和MF(或MFH)频段的GNSS信号。

[0240] 结合表1以及图1至图3,GNSS接收机4001的射频前端模块4201能够支持的GNSS系统和信号与图5所示的GNSS接收机100相同,此处不再赘述。

[0241] 图14是根据本申请的一个实施例的双天线六射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0242] 根据一个实施例,图14所示的GNSS接收机500可以包括天线模块510,天线模块510可以包括有源天线511和有源天线512。

[0243] 根据一个实施例,图14所示的GNSS接收机500可以包括射频前端模块520,射频前端模块420可以包括C型双工器5251和C型双工器5252,以及A型双工器5211和A型双工器5212。

[0244] 根据一个实施例,图14所示的GNSS接收机500的射频前端模块520还可以包括LF频段滤波器5221和LF频段滤波器5222、MF(或MFH)频段滤波器5231和MF(或MFH)频段滤波器5232、以及HF频段滤波器5261和HF频段滤波器5262。

[0245] 根据一个实施例,图14所示的GNSS接收机500还可以包括射频信号处理模块530、GNSS基带信号处理模块540和中央处理器模块550。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块540和中央处理器模块550组成GNSS基带芯片(未示出),也可以由射频信号处理模块530、GNSS基带信号处理模块540和中央处理器模块550组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0246] 根据一个实施例,C型双工器5251可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线511耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。C型双工器5251配置为从有源天线511接收GNSS信号,并将LF和MF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0247] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,C型双工器5251配置为从有源天线511接收GNSS信号,并将LF和MFH频段的GNSS信号从低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0248] 根据一个实施例,C型双工器5252可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线512耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。C型双工器5252配置为从有源天线512接收GNSS信号,并将LF和MF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0249] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,C型双工器5252配置为从有源天线512接收GNSS信号,并将LF和MFH频段的GNSS信号从低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0250] 根据一个实施例,A型双工器5211可以包括三个端口,其中一个端口与C型双工器5251的低频输出端耦合,另外两个端口分别为其自身的低频输出端和高频输出端。A型双工器5211配置为从C型双工器5251的低频输出端接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从自身的低频输出端输出,将MF频段的GNSS信号从自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0251] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器5211配置为从C型双工器5251的低频输出端接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从自身的低频输出端输出,将MFH频段的GNSS信号从自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0252] 根据一个实施例,A型双工器5212可以包括三个端口,其中一个端口与C型双工器5252的低频输出端耦合,另外两个端口分别为其自身的低频输出端和高频输出端。A型双工器5212配置为从C型双工器5252的低频输出端接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从自身的低频输出端输出,将MF频段的GNSS信号从自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0253] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器5212配置为从C型双工器5252的低频输出端接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从自身的低频输出端输出,将MFH频段的GNSS信号从自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0254] 根据一个实施例,LF频段滤波器5221可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器5211的低频输出端和射频信号处理模块530之间,配置为对A型双工器5211低频输出端输出的LF频段信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0255] 根据一个实施例,LF频段滤波器5222可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器5212的低频输出端和射频信号处理模块530之间,配置为对A型双工器5212低频输出端输出的LF频段信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0256] 根据一个实施例,MF(或MFH)频段滤波器5231可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器5211的高频输出端和射频信号处理模块530之间,配置为对A型双工器5211高频输出端输出的MF(或MFH)频段信号进行滤波,抑制MF(或MFH)频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0257] 根据一个实施例,MF(或MFH)频段滤波器5232可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器5212的高频输出端和射频信号处理模块530之间,配置为对A型双工器5212高频输出端输出的MF(或MFH)频段信号进行滤波,抑制MF(或MFH)频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0258] 根据一个实施例,HF频段滤波器5261可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器5251的高频输出端和射频信号处理模块530之间,配置为对C型双工器5251高频输出端输出的HF频段信号进行滤波,抑制HF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0259] 根据一个实施例,HF频段滤波器5262可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器5252的高频输出端和射频信号处理模块530之间,配置为对C型双工器5252高频输出端输出的HF频段信号进行滤波,抑制HF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0260] 根据一个实施例,图14所示的GNSS接收机500中的天线模块510、射频前端模块520中的C型双工器5251和5252、A型双工器5211和5212、LF频段滤波器5221和5222、MF(或MFH)频段滤波器5231和5232、HF频段滤波器5261和5262、以及其他后续模块/芯片的工作原理与图5至图11所示的单天线GNSS接收机相同,此处不再赘述。

[0261] 综上,图14示出了一种GNSS接收机500,形成六个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LF、MF(或MFH)和HF频段GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段、MF/MFH频段和HF频段分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;GNSS接收机500射频前端模块520还采用针对LF、MF(或MFH)和HF三个频段的滤波器,有效抑制相应频段GNSS信号的

噪声。

[0262] 同时,图14所示的GNSS接收机500的射频前端模块520的结构只在双工器的输出端设置滤波器,避免了现有GNSS接收机在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0263] 为了合理降低GNSS接收机的ADC采样频率,根据一个实施例,图14所示的GNSS接收机500将LF频段进一步细分为LFL频段和LFH频段,并通过两个射频通道分别处理LFL频段和LFH频段的GNSS信号。

[0264] 根据一个实施例,图14所示的GNSS接收机500的射频前端模块520还可以包括耦合在LF频段滤波器5221和射频信号处理模块530之间的功分器(未示出),以及耦合在LF频段滤波器5222和射频信号处理模块530之间的功分器(未示出)。这两个功分器均配置为将从LF频段滤波器5221和5222接收的LF频段GNSS信号能量均分后各形成两个射频通道输出,从每个射频通道输出的GNSS信号均包括LFL和LFH频段的GNSS信号,使后续模块例如射频信号处理模块530、GNSS基带信号处理模块540能够在共四个射频通道中分别处理来自有源天线511的LFL或LFH频段的GNSS信号以及来自有源天线512的LFL或LFH频段的GNSS信号。在这种情况下,GNSS接收机500形成八个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段GNSS信号。

[0265] 根据其他实施例,上述的两个功分器也可以替换为两个B型双工器(未示出),两个B型双工器可以在L2C频段信号和G2频段信号之间间隔的频率范围(1237.830MHz至1258.290MHz,参见图1)内,分别对从LF频段滤波器5221和5222接收的LF频段信号按照LFL频段(L2C频段信号包含在LFL频段内)和LFH频段进行分割和信号分路,将LFL频段的GNSS信号从两个B型双工器的低频输出端输出给射频信号处理模块530,将LFH频段的GNSS信号从两个B型双工器的高频输出端输出给射频信号处理模块530,共形成四个射频通道。在这种情况下,GNSS接收机500形成八个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段GNSS信号,这种结构在射频前端模块即可将GNSS信号按照LFL频段、LFH频段、MF/MFH频段和HF频段分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗。

[0266] 根据其他实施例,图14所示的GNSS接收机500的射频前端模块520可以只包括C型双工器和A型双工器,不设置任何滤波器,也可以使GNSS接收机500形成六个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LF、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号。

[0267] 根据其他实施例,图14所示的GNSS接收机500的射频前端模块520可以只包括C型双工器、A型双工器和功分器(或B型双工器),不设置任何滤波器,也可以使GNSS接收机500形成八个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号。

[0268] 结合表1以及图1至图3,GNSS接收机500的射频前端模块520能够支持全系统全频段的GNSS系统,所支持的GNSS系统和信号与图8所示的GNSS接收机200的射频前端模块220,此处不再赘述。

[0269] 图15是根据本申请的一个实施例的双天线六射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0270] 根据一个实施例,图15所示的GNSS接收机600可以包括天线模块610,天线模块610可以包括有源天线611和有源天线612。

[0271] 根据一个实施例,图15所示的GNSS接收机600可以包括射频前端模块620,射频前

端模块620可以包括A型双工器6211和A型双工器6212,以及C型双工器6251和C型双工器6252。

[0272] 根据一个实施例,图15所示的GNSS接收机600的射频前端模块620还可以包括LF频段滤波器6221和LF频段滤波器6222、MF(或MFH)频段滤波器6231和MF(或MFH)频段滤波器6232、以及HF频段滤波器6261和HF频段滤波器6262。

[0273] 根据一个实施例,图15所示的GNSS接收机600还可以包括射频信号处理模块630、GNSS基带信号处理模块640和中央处理器模块650。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号处理模块640和中央处理器模块650组成GNSS基带芯片(未示出),也可以由射频信号处理模块630、GNSS基带信号处理模块640和中央处理器模块650组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0274] 根据一个实施例,A型双工器6211可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线611耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。A型双工器6211配置为从有源天线611接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MF和HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0275] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器6211配置为从有源天线611接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MFH和HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0276] 根据一个实施例,A型双工器6212可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线612耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。A型双工器6212配置为从有源天线612接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MF和HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0277] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器6212配置为从有源天线612接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MFH和HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0278] 根据一个实施例,C型双工器6251可以包括三个端口,其中一个端口与A型双工器6211的高频输出端耦合,另外两个端口分别为其自身的低频输出端和高频输出端。C型双工器6251配置为从A型双工器6211的高频输出端接收GNSS信号,并将MF频段的GNSS信号从其自身的低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从其自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0279] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,C型双工器6251配置为从A型双工器6211的高频输出端接收GNSS信号,并将MFH频段的GNSS信号从其自身的低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从其自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0280] 根据一个实施例,C型双工器6252可以包括三个端口,其中一个端口与A型双工器6212的高频输出端耦合,另外两个端口分别为其自身的低频输出端和高频输出端。C型双工器6252配置为从A型双工器6212的高频输出端接收GNSS信号,并将MF频段的GNSS信号从其自身的低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从其自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0281] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,C型双工器6252配置为从A型双工器6212的高频输出端接收GNSS信号,并将MFH频段的GNSS信号从其自身的低频输出

端输出,将HF频段的GNSS信号从其自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0282] 根据一个实施例,LF频段滤波器6221可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器6211的低频输出端和射频信号处理模块630之间,配置为对A型双工器6211低频输出端输出的LF频段信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0283] 根据一个实施例,LF频段滤波器6222可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器6212的低频输出端和射频信号处理模块630之间,配置为对A型双工器6212低频输出端输出的LF频段信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0284] 根据一个实施例,MF(或MFH)频段滤波器6231可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器6251的低频输出端和射频信号处理模块630之间,配置为对C型双工器6251低频输出端输出的MF(或MFH)频段信号进行滤波,抑制MF(或MFH)频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0285] 根据一个实施例,MF(或MFH)频段滤波器6232可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器6252的低频输出端和射频信号处理模块630之间,配置为对C型双工器6252低频输出端输出的MF(或MFH)频段信号进行滤波,抑制MF(或MFH)频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0286] 根据一个实施例,HF频段滤波器6261可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器6251的高频输出端和射频信号处理模块630之间,配置为对C型双工器6251高频输出端输出的HF频段信号进行滤波,抑制HF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0287] 根据一个实施例,HF频段滤波器6262可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器6252的高频输出端和射频信号处理模块630之间,配置为对C型双工器6252高频输出端输出的HF频段信号进行滤波,抑制HF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0288] 根据一个实施例,图15所示的GNSS接收机600中的天线模块610、射频前端模块620中的A型双工器6211和6212、C型双工器6251和6252、LF频段滤波器6221和6222、MF(或MFH)频段滤波器6231和6232、HF频段滤波器6261和6262、以及其他后续模块/芯片的工作原理与图5至图11所示的单天线GNSS接收机相同,此处不再赘述。

[0289] 综上,图15示出了一种GNSS接收机600,形成六个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LF、MF(或MFH)和HF频段GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段、MF/MFH频段和HF频段分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;GNSS接收机600射频前端模块620还采用针对LF、MF(或MFH)和HF三个频段的滤波器,有效抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0290] 同时,图15所示的GNSS接收机600的射频前端模块620的结构只在双工器的输出端设置滤波器,避免了现有GNSS接收机在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0291] 为了合理降低GNSS接收机的ADC采样频率,根据一个实施例,图15所示的GNSS接收机600将LF频段进一步细分为LFL频段和LFH频段,并通过两个射频通道分别处理LFL频段和



LFH频段的GNSS信号。

[0292] 根据一个实施例,图15所示的GNSS接收机600的射频前端模块620还可以包括耦合在LF频段滤波器6221和射频信号处理模块630之间的功分器(未示出),以及耦合在LF频段滤波器6222和射频信号处理模块630之间的功分器(未示出)。这两个功分器均配置为将从LF频段滤波器6221和6222接收的LF频段GNSS信号能量均分后各形成两个射频通道输出,从每个射频通道输出的GNSS信号均包括LFL和LFH频段的GNSS信号,使后续模块例如射频信号处理模块630、GNSS基带信号处理模块640能够在共四个射频通道中分别处理来自有源天线611的LFL或LFH频段的GNSS信号以及来自有源天线612的LFL或LFH频段的GNSS信号。在这种情况下,GNSS接收机600形成八个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段GNSS信号。

[0293] 根据其他实施例,上述的两个功分器也可以替换为两个B型双工器(未示出),两个B型双工器可以在L2C频段信号和G2频段信号之间间隔的频率范围(1237.830MHz至1258.290MHz,参见图1)内,分别对从LF频段滤波器6221和6222接收的LF频段信号按照LFL频段(L2C频段信号包含在LFL频段内)和LFH频段进行分割和信号分路,将LFL频段的GNSS信号从两个B型双工器的低频输出端输出给射频信号处理模块630,将LFH频段的GNSS信号从两个B型双工器的高频输出端输出给射频信号处理模块630,共形成四个射频通道。在这种情况下,GNSS接收机600形成八个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段GNSS信号,这种结构在射频前端模块即可将GNSS信号按照LFL频段、LFH频段、MF/MFH频段和HF频段分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗。

[0294] 根据其他实施例,图15所示的GNSS接收机600的射频前端模块620可以只包括A型双工器和C型双工器,不设置任何滤波器,也可以使GNSS接收机600形成六个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LF、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号。

[0295] 根据其他实施例,图15所示的GNSS接收机600的射频前端模块620可以只包括A型双工器、C型双工器和功分器(或B型双工器),不设置任何滤波器,也可以使GNSS接收机600形成八个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号。

[0296] 结合表1以及图1至图3,GNSS接收机600的射频前端模块620能够支持全系统全频段的GNSS系统,所支持的GNSS系统和信号与图8所示的GNSS接收机200的射频前端模块220,此处不再赘述。

[0297] 图16是根据本申请的一个实施例的双天线六射频通道GNSS接收机结构示意图。

[0298] 根据一个实施例,图16所示的GNSS接收机700可以包括天线模块710,天线模块710可以包括有源天线711和有源天线712。

[0299] 根据一个实施例,图16所示的GNSS接收机700可以包括射频前端模块720,射频前端模块720可以包括A型双工器7211、C型双工器7251、A型双工器7212、以及C型双工器7252。

[0300] 根据一个实施例,图16所示的GNSS接收机700的射频前端模块720还可以包括LF频段滤波器7221和LF频段滤波器7222、MF(或MFH)频段滤波器7231和MF(或MFH)频段滤波器7232、以及HF频段滤波器7261和HF频段滤波器7262。

[0301] 根据一个实施例,图16所示的GNSS接收机700还可以包括射频信号处理模块730、GNSS基带信号处理模块740和中央处理器模块750。根据不同实施例,可以由GNSS基带信号

处理模块740和中央处理器模块750组成GNSS基带芯片(未示出),也可以由射频信号处理模块730、GNSS基带信号处理模块740和中央处理器模块750组成GNSS射频基带一体芯片(未示出)。

[0302] 根据一个实施例,A型双工器7211可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线711耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。A型双工器7211配置为从有源天线711接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MF和HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0303] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器7211配置为从有源天线711接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将MFH和HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0304] 根据一个实施例,C型双工器7251可以包括三个端口,其中一个端口与A型双工器7211的高频输出端耦合,另外两个端口分别为其自身的低频输出端和高频输出端。C型双工器7251配置为从A型双工器7211的高频输出端接收GNSS信号,并将MF频段的GNSS信号从其自身的低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从其自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0305] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,C型双工器7251配置为从A型双工器7211的高频输出端接收GNSS信号,并将MFH频段的GNSS信号从其自身的低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从其自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0306] 根据一个实施例,C型双工器7252可以包括三个端口,其中一个端口与有源天线712耦合,另外两个端口分别为低频输出端和高频输出端。C型双工器7252配置为从有源天线712接收GNSS信号,并将LF和MF频段的GNSS信号从低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0307] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,C型双工器7252配置为从有源天线712接收GNSS信号,并将LF和MFH频段的GNSS信号从低频输出端输出,将HF频段的GNSS信号从高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0308] 根据一个实施例,A型双工器7212可以包括三个端口,其中一个端口与C型双工器7252的低频输出端耦合,另外两个端口分别为其自身的低频输出端和高频输出端。A型双工器7212配置为从C型双工器7252的低频输出端接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从其自身的低频输出端输出,将MF频段的GNSS信号从其自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0309] 根据其他实施例,如果不考虑接收LBAND频段GNSS信号,A型双工器6212配置为从C型双工器7252的低频输出端接收GNSS信号,并将LF频段的GNSS信号从其自身的低频输出端输出,将MFH频段的GNSS信号从其自身的高频输出端输出,形成两个射频通道。

[0310] 根据一个实施例,LF频段滤波器7221可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器7211的低频输出端和射频信号处理模块730之间,配置为对A型双工器7211低频输出端输出的LF频段信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0311] 根据一个实施例,MF(或MFH)频段滤波器7231可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器7251的低频输出端和射频信号处理模块730之间,配置为对C型双工器7251低频输出

端输出的MF (或MFH) 频段信号进行滤波,抑制MF (或MFH) 频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0312] 根据一个实施例, HF频段滤波器7261可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器7251的高频输出端和射频信号处理模块730之间,配置为对C型双工器7251高频输出端输出的HF频段信号进行滤波,抑制HF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0313] 根据一个实施例, LF频段滤波器7222可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器7212的低频输出端和射频信号处理模块730之间,配置为对A型双工器7212低频输出端输出的LF频段信号进行滤波,抑制LF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0314] 根据一个实施例, MF (或MFH) 频段滤波器7232可以是声表面滤波器,其耦合在A型双工器7212的低频输出端和射频信号处理模块730之间,配置为对A型双工器7212低频输出端输出的MF (或MFH) 频段信号进行滤波,抑制MF (或MFH) 频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0315] 根据一个实施例, HF频段滤波器6262可以是声表面滤波器,其耦合在C型双工器7252的高频输出端和射频信号处理模块730之间,配置为对C型双工器7252高频输出端输出的HF频段信号进行滤波,抑制HF频段GNSS信号的带外噪声以及器件非线性引入的谐波分量。

[0316] 根据一个实施例,图16所示的GNSS接收机700中的天线模块710、射频前端模块720中的A型双工器7211和7212、C型双工器7251和7252、LF频段滤波器7221和7222、MF (或MFH) 频段滤波器7231和7232、HF频段滤波器7261和7262、以及其他后续模块/芯片的工作原理与图5至图11所示的单天线GNSS接收机相同,此处不再赘述。

[0317] 综上,图16示出了一种GNSS接收机700,形成六个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LF、MF (或MFH) 和HF频段GNSS信号,在射频前端模块即可将GNSS信号按照LF频段、MF (或MFH) 频段和HF频段分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗;GNSS接收机700射频前端模块720还采用针对LF、MF (或MFH) 和HF三个频段的滤波器,有效抑制相应频段GNSS信号的噪声。

[0318] 同时,图16所示的GNSS接收机700的射频前端模块720的结构只在双工器的输出端设置滤波器,避免了现有GNSS接收机在功分器的输出端设置滤波器导致功分器输入和输出端阻抗失配而引入的未知问题,改善了射频前端模块向后续模块/芯片输出信号的质量。

[0319] 为了合理降低GNSS接收机的ADC采样频率,根据一个实施例,图16所示的GNSS接收机700将LF频段进一步细分为LFL频段和LFH频段,并通过两个射频通道分别处理LFL频段和LFH频段的GNSS信号。

[0320] 根据一个实施例,图16所示的GNSS接收机700的射频前端模块720还可以包括耦合在LF频段滤波器7221和射频信号处理模块730之间的功分器(未示出),以及耦合在LF频段滤波器7222和射频信号处理模块730之间的功分器(未示出)。这两个功分器均配置为将从LF频段滤波器7221和7222接收的LF频段GNSS信号能量均分后各形成两个射频通道输出,从每个射频通道输出的GNSS信号均包括LFL和LFH频段的GNSS信号,使后续模块例如射频信号处理模块730、GNSS基带信号处理模块740能够在共四个射频通道中分别处理来自有源天线

711的LFL或LFH频段的GNSS信号以及来自有源天线712的LFL或LFH频段的GNSS信号。在这种情况下,GNSS接收机700形成八个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段GNSS信号。

[0321] 根据其他实施例,上述的两个功分器也可以替换为两个B型双工器(未示出),两个B型双工器可以在L2C频段信号和G2频段信号之间间隔的频率范围(1237.830MHz至1258.290MHz,参见图1)内,分别对从LF频段滤波器7221和7222接收的LF频段信号按照LFL频段(L2C频段信号包含在LFL频段内)和LFH频段进行分割和信号分路,将LFL频段的GNSS信号从两个B型双工器的低频输出端输出给射频信号处理模块730,将LFH频段的GNSS信号从两个B型双工器的高频输出端输出给射频信号处理模块730,共形成四个射频通道。在这种情况下,GNSS接收机700形成八个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段GNSS信号,这种结构在射频前端模块即可将GNSS信号按照LFL频段、LFH频段、MF/MFH频段和HF频段分路,并大幅减小信号分路之后的能量损耗。

[0322] 根据其他实施例,图16所示的GNSS接收机700的射频前端模块720也可以只包括A型双工器和C型双工器,不设置任何滤波器,也可以使GNSS接收机700形成六个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LF、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号。

[0323] 根据其他实施例,图16示的GNSS接收机700的射频前端模块720可以只包括A型双工器、C型双工器和功分器(或B型双工器),不设置任何滤波器,也可以使GNSS接收机700形成八个射频通道分别处理从两个有源天线接收的LFL、LFH、MF(或MFH)和HF频段的GNSS信号。

[0324] 结合表1以及图1至图3,GNSS接收机700的射频前端模块720能够支持全系统全频段的GNSS系统,所支持的GNSS系统和信号与图8所示的GNSS接收机200的射频前端模块220,此处不再赘述。

[0325] 需要注意的是,前述说明书中详细描述GNSS接收机并不是本申请的全部实施例。例如:图16所示的GNSS接收机700的射频前端模块720中分别与有源天线711和712耦合的结构可以互换;图12至图16中所示包含两个有源天线的GNSS接收机中,与两个有源天线耦合的结构和通道数都可以不对称,可以根据实际应用的具体情况灵活组合各种器件,所衍生出来的实施例也应该属于本申请的保护范围。

[0326] 总体来说,本申请提出的多频段GNSS接收机具有以下优点:

[0327] (1) 射频前端模块能够支持多系统多频段、甚至是全系统全频段的GNSS信号;

[0328] (2) 天线模块支持单天线或双天线的配置;

[0329] (3) 根据GNSS信号频段占用特点引入双工器,大幅降低信号分路之后输出信号的功率损失,同时在射频前端模块即可将GNSS信号按照不同频段分路,降低了后续模块的工作复杂程度;

[0330] (4) 采用市场成熟器件,节省设计和生产成本;

[0331] (5) 射频前端模块结构紧凑,灵活性高,节省成本和降低功耗;

[0332] (6) 减少使用功分器,必须使用功分器时,避免在功分器的输出端连接滤波器,减少滤波器使用数量,提升性能、降低成本。

[0333] 上述实施例仅供说明本申请之用,而并非是对本申请的限制,有关技术领域的普通技术人员,在不脱离本申请范围的情况下,还可以做出各种变化和变型,因此,所有等同

的技术方案也应属于本申请公开的范畴。

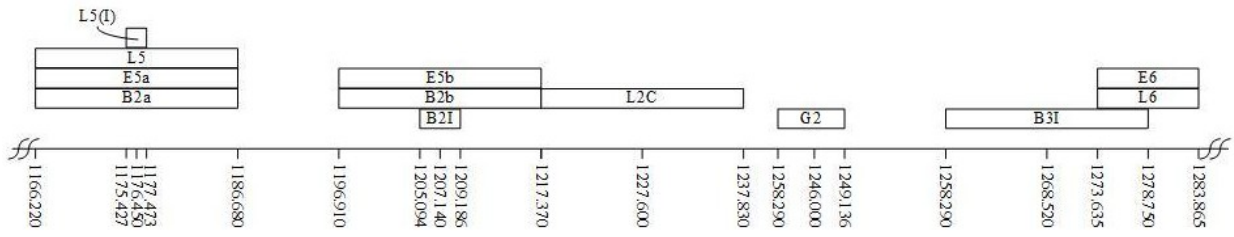


图 1

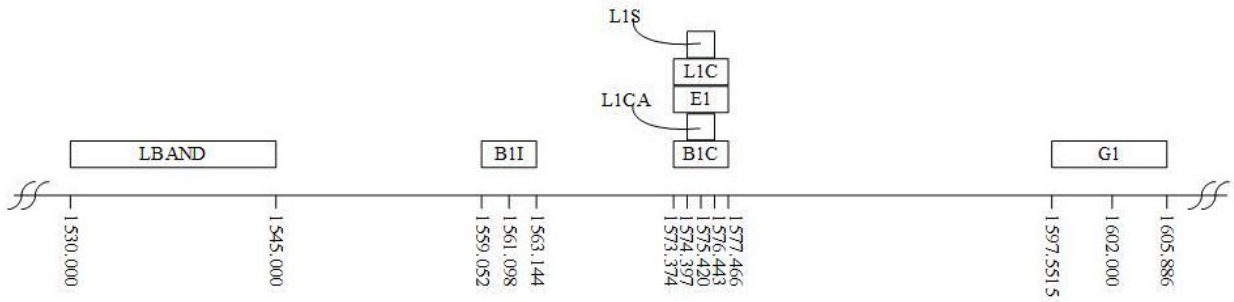


图 2

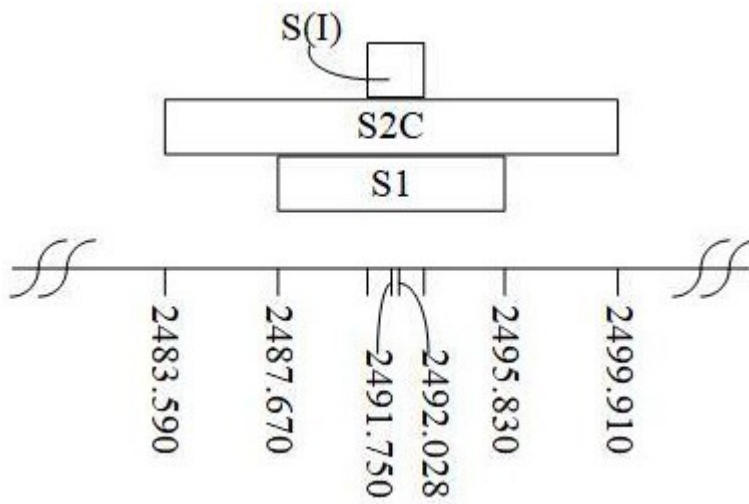


图 3

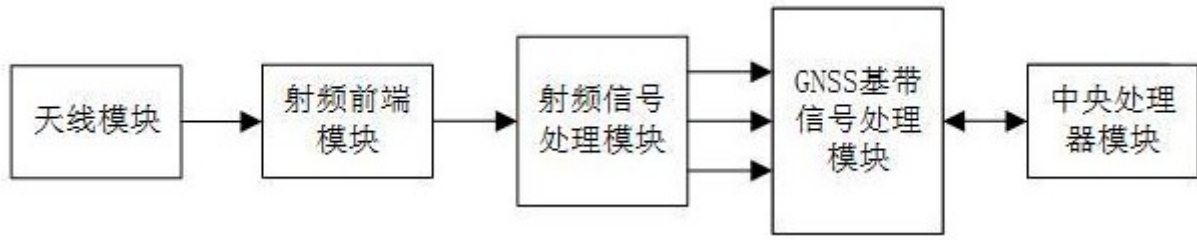


图 4

100

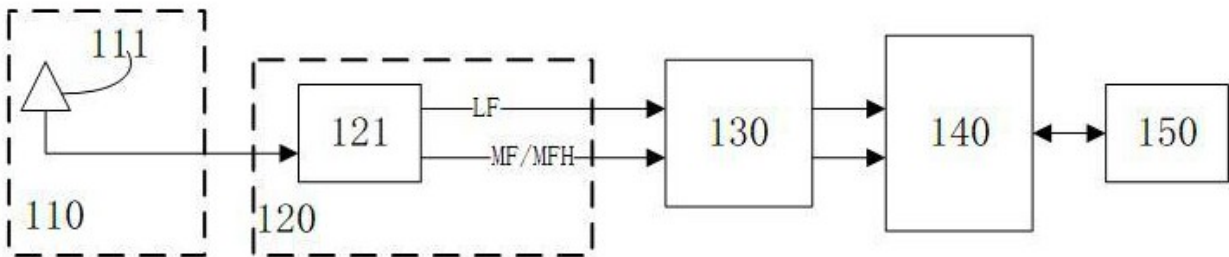


图 5

1001

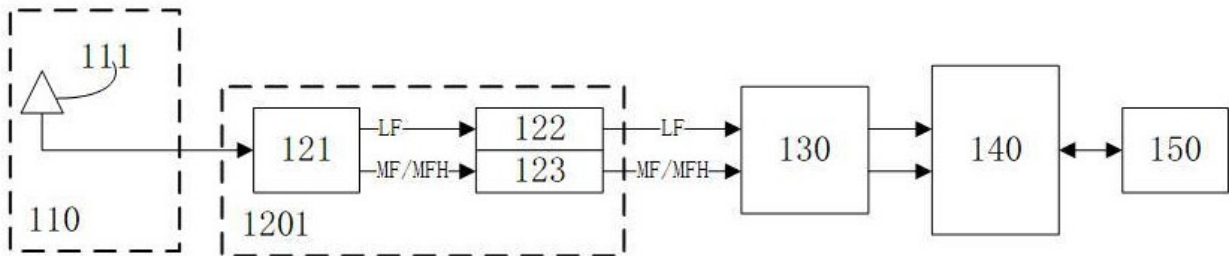


图 6

1002

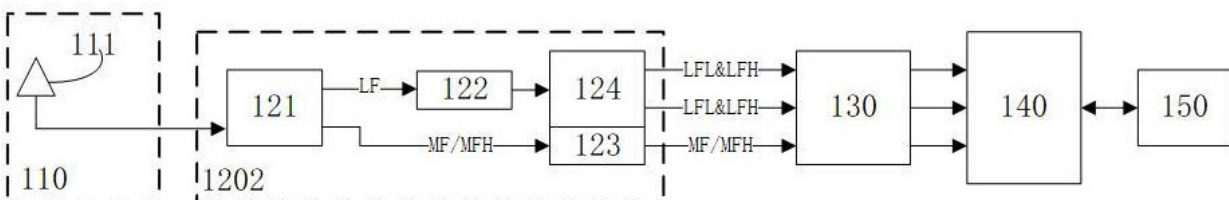


图 7

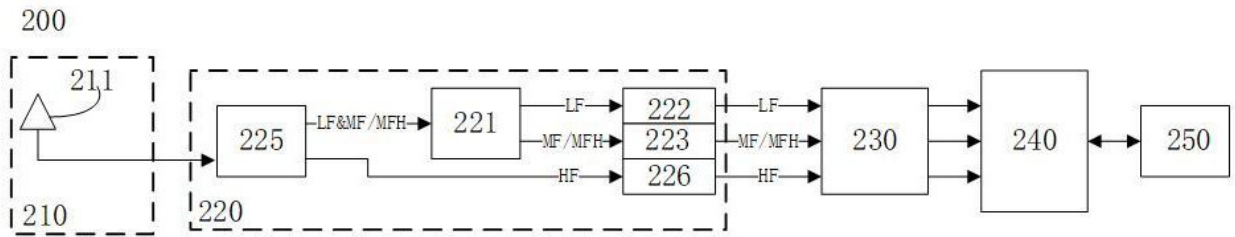


图 8

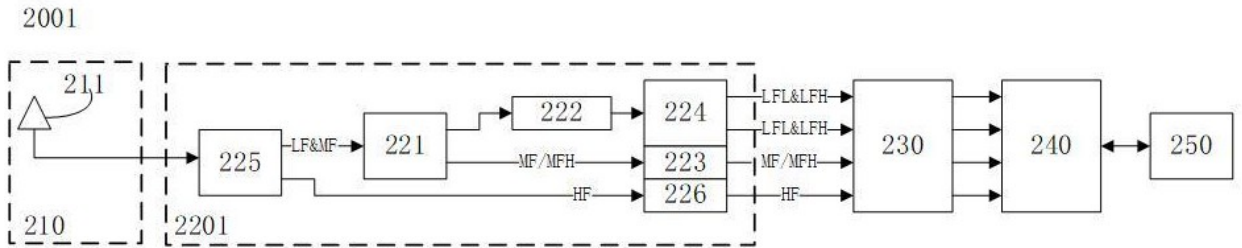


图 9

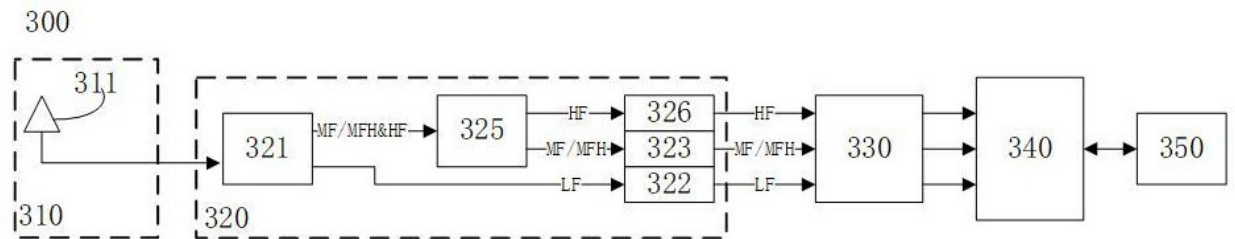


图 10

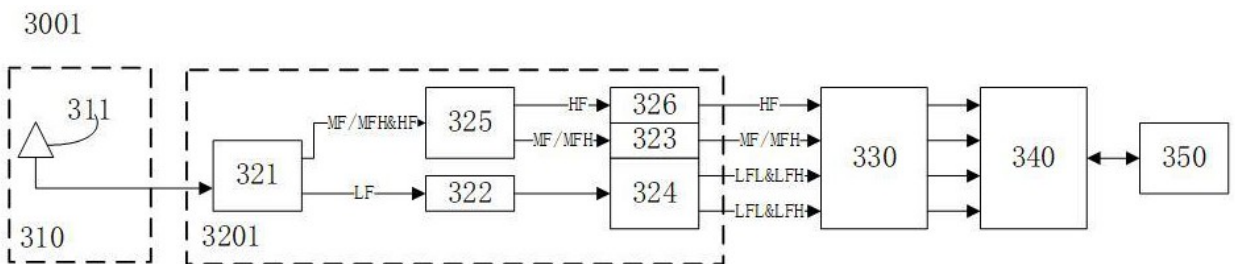


图 11



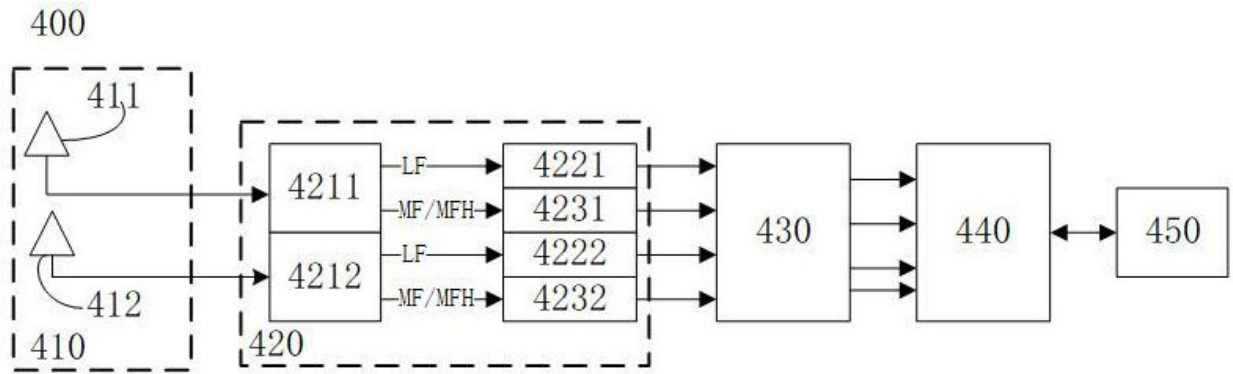


图 12

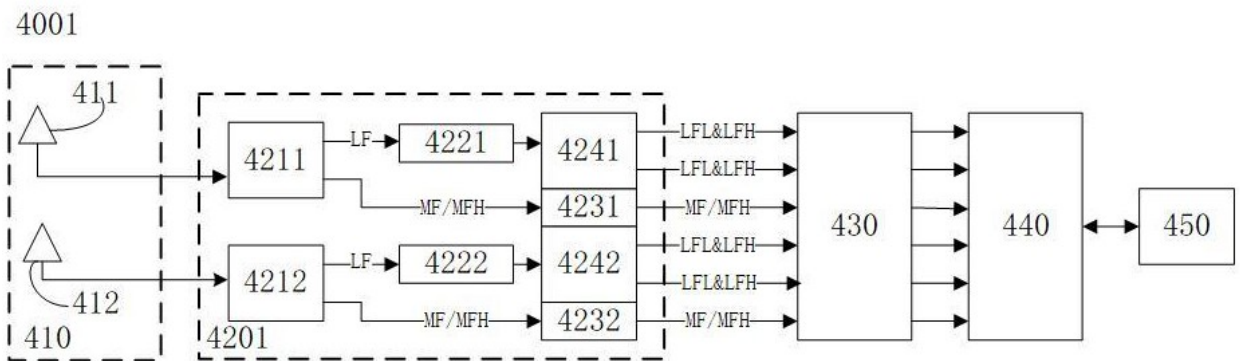


图 13

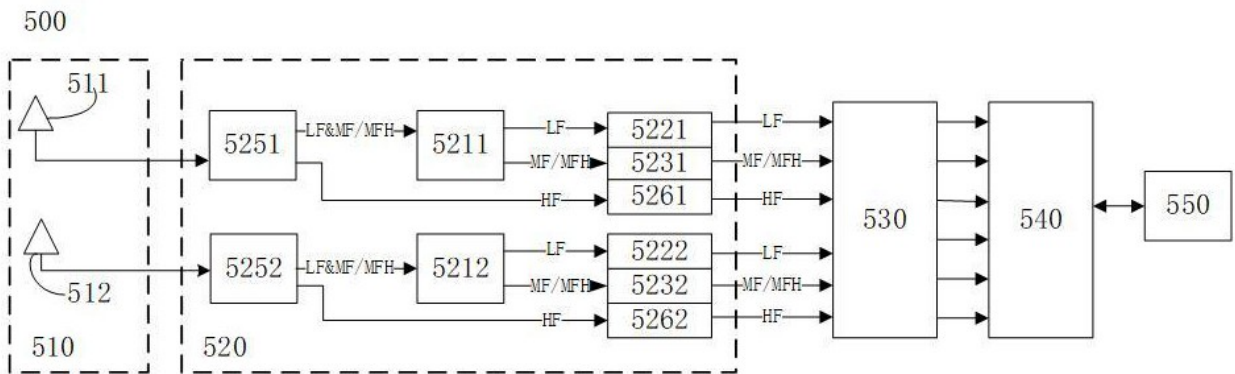


图 14

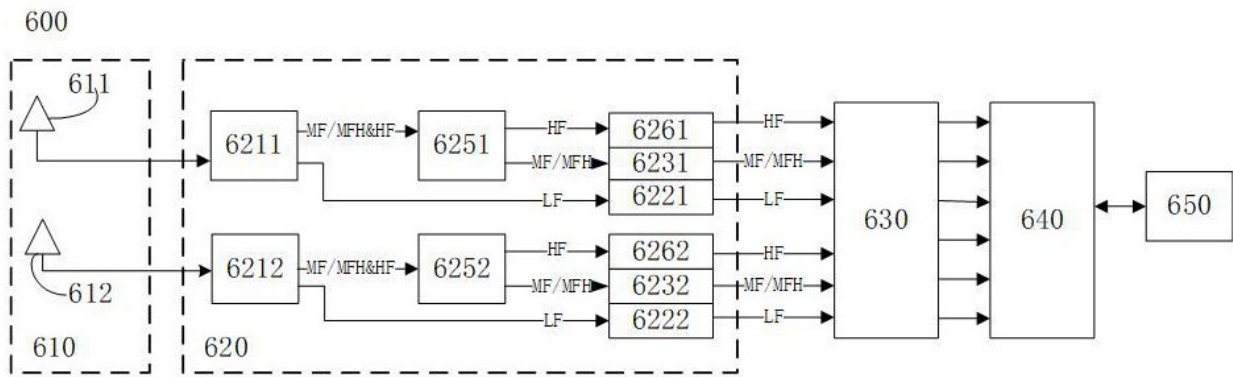


图 15

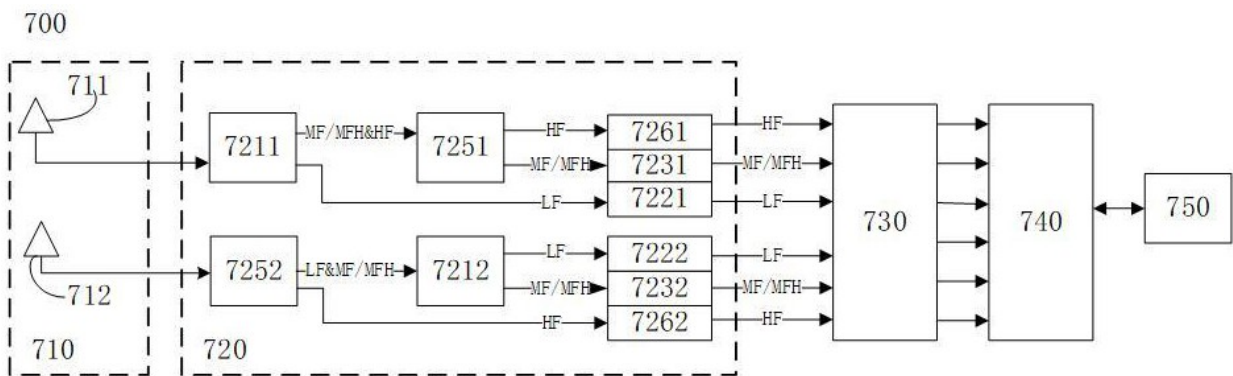


图 16