

说明书

发明名称: 通信方法、装置及可读存储介质

[0001] 本申请要求在2023年10月24日提交中国国家知识产权局、申请号为202311387195.5的中国专利申请的优先权，发明名称为“通信方法、装置及可读存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

[0002] 本申请涉及无线通信技术领域，尤其涉及一种通信方法、装置及可读存储介质。

背景技术

[0003] 无线通信和无线感知均基于电磁波理论，电磁波信号在人类活动中几乎实现了无缝覆盖。在发送端对电磁波信号进行调制，使得电磁波承载信源信息，而电磁波信号在传播过程中会受到无线环境的影响，即电磁波信号受到环境的“调制”，因此也承载了环境信息。接收端通过对电磁波信号的分析，不仅能够得到所承载的信源信息，还能够提取出反映传播环境特征的感知信息。也就是说，电磁波信号具有通信和感知双重功能，这就使得通信感知一体化成为可能。相比感知与通信分离的系统，通信感知一体化系统能够带来许多优势，例如节约成本、减小设备尺寸、降低功耗、提升频谱效率、减小通信和感知之间的互干扰等。

[0004] 通信感知一体化(integrated sensing and communications, ISAC)可以理解为基于软硬件资源共享或信息共享，实现通信与感知功能协同的新型信息处理技术与服务技术；其目标是在同一频谱、同一设备上同时支持通信和感知功能。无线保真(wireless fidelity, Wi-Fi)感知(Wi-Fi sensing)系统是通信感知一体化(ISAC)系统的一种可能实现，其可以利用现在已经广泛部署的Wi-Fi设备来同时实现通信和感知功能。

[0005] 目前，有人提出可以利用通信信号来进行感知，但现有通信信号感知性能较差，无法满足感知需求。

[0006] 发明内容

- [0007] 本申请实施例提供一种通信方法、装置及可读存储介质，可以支持通信和感知同时进行，在兼顾通信性能的同时提升感知性能。
- [0008] 下面从不同的方面介绍本申请，应理解的是，下面的不同方面的实施方式和有益效果可以互相参考。
- [0009] 第一方面，本申请提供一种通信方法，该方法应用于第一通信装置，该方法包括：生成并发送第一信息，该第一信息可以用于指示(一种或多种调制方式下)星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0010] 示例性的，该星座整形的一个或多个星座点的概率可以是联合优化通信性能和感知性能后得到，具体参见下文实施例的描述，这里不详述。
- [0011] 示例性的，该星座整形的多个星座点可以是一种调制方式下的星座点，也可以是多种调制方式下的星座点。示例性的，该星座整形的星座点对应的波形可以同时用于传输数据和感知测量。
- [0012] 本申请涉及的调制方式可以包括但不限于正交振幅调制(quadrature amplitude modulation, QAM)，QAM包括均匀星座和非均匀星座(non-uniform Constellation, NUC)两类。本申请中，不同调制阶数的QAM可以理解为不同的调制方式，比如16QAM和64QAM可以理解为两种不同的调制方式。
- [0013] 因为现有通信系统中M-QAM星座图的星座点概率相等，为 $(1/M)$ ；所以现有通信系统在传输数据时仅需指示调制方式。而本申请考虑到星座整形后星座点的概率可能不相等，所以本申请通过第一信息来对齐星座整形的各个星座点的概率，可以支持通信和感知同时进行，还可以在兼顾通信性能的同时提升感知性能。其中，关于星座整形的具体实现可以参见下文实施例的描述。
- [0014] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，上述星座整形的一个或多个星座点的概率是预定义的或者基于预定义的概率区间确定的。
- [0015] 示例性的，对于一种调制方式，星座整形的多个星座点的概率可以相等，也可以不相等。如果星座整形的各星座点的概率相等，上述第一信息可以指示星座整形的一个星座点的概率，也可以指示星座整形的多个星座点的概率(这多个星座点的概率相等)，本申请不做限定。如果星座整形的星座点中存在概率不相等

的星座点，或者说，星座整形的至少两个星座点的概率不等，上述第一信息可以指示星座整形的多个星座点的概率。

- [0016] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，第一通信装置发送第一信息可以是：第一通信装置通过第一消息来发送第一信息。示例性的，第一通信装置发送第一消息，该第一消息包括上述第一信息，该第一消息可以用于请求开启星座整形功能。
- [0017] 示例性的，第一消息可以是Wi-Fi通信系统中的帧，或者，蜂窝通信系统中的信令，本申请不做限制。
- [0018] 本申请通过一个消息来开启星座整形功能，可以更好的兼容传统设备(如不支持通信和感知同时进行的设备)，还可以在不需要感知的情况下(如开启星座整形功能前)，不损失通信性能。
- [0019] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，上述第一消息还包括第二信息，该第二信息可以用于指示一种或多种调制方式。相应的，上述第一信息具体用于指示这一种或多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0020] 本申请可以通过一个消息指示多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率，以便于后续可以根据信道环境变化选择合适的调制方式和该调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率，有利于通信性能和感知性能的提升。
- [0021] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，上述第一消息还包括以下一项或多项：第三信息，第四信息，或第五信息。其中，第三信息用于指示开启星座整形功能。第四信息用于指示开启星座整形功能的持续时间。可以理解，在该持续时间到期后，该星座整形功能可以自动关闭。第五信息用于指示使用星座整形功能的物理层协议数据单元(physical layer protocol data unit, PPDU)数。可以理解，在发送完相同数量的PPDU后，该星座整形功能可以自动关闭。
- [0022] 本申请通过在第一消息中携带星座整形的持续时间或PPDU数，在持续时间到期或发送完相同数量的PPDU数后，可以自动关闭星座整形功能，无需发送额外的信令来关闭，可以节省空口资源。

- [0023] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，第一通信装置发送第一信息之前，该方法还包括：第一通信装置发送第一消息，该第一消息用于请求开启星座整形功能。换句话说，携带第一信息的消息与第一消息不相同。
- [0024] 本申请通过一个消息来开启星座整形功能，可以更好的兼容传统设备(如不支持通信和感知同时进行的设备)，还可以在不需要感知的情况下(如开启星座整形功能前)，不损失通信性能。
- [0025] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，第一通信装置发送第一消息之后，该方法还包括：第一通信装置接收第二消息，该第二消息包括第六信息，该第六信息用于指示第二通信装置是否同意开启星座整形功能。
- [0026] 示例性的，第二消息可以是Wi-Fi通信系统中的帧，或者，蜂窝通信系统中的信令，本申请不做限制。可以理解，如果上述第一消息是Wi-Fi通信系统中的帧，相应的，第二消息也是Wi-Fi通信系统中的帧。如果上述第一消息是蜂窝通信系统中的信令，相应的，第二消息也是蜂窝通信系统中的信令。
- [0027] 示例性的，第一消息是感知测量请求帧，第二消息是感知测量响应帧。
- [0028] 本申请在第一通信装置请求开启星座整形功能的情况下，通过一个消息来指示对端是否同意开启星座整形功能，实现灵活。
- [0029] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，第一通信装置发送第一消息之后，该方法还包括：第一通信装置发送或接收第三消息，该第三消息用于关闭星座整形功能。
- [0030] 示例性的，第三消息可以是Wi-Fi通信系统中的帧，或者，蜂窝通信系统中的信令，本申请不做限制。可以理解，如果上述第一消息是Wi-Fi通信系统中的帧，相应的，第三消息也是Wi-Fi通信系统中的帧。如果上述第一消息是蜂窝通信系统中的信令，相应的，第三消息也是蜂窝通信系统中的信令。
- [0031] 示例性的，第一消息是感知测量请求帧，第二消息是感知测量响应帧，第三消息是感知测量会话终止帧。
- [0032] 本申请在开启星座整形功能后，可以通过一个消息来关闭星座整形功能，可以不需要感知的情况下(如关闭星座整形功能后)，不损失通信性能，提高通信质量。

- [0033] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，第一通信装置发送第一信息之后，该方法还包括：第一通信装置发送或接收第四消息，当该第四消息所使用的调制方式是第一调制方式时，表示该第四消息经过星座整形。其中，第一调制方式可以是各种调制阶数的QAM。
- [0034] 示例性的，第四消息可以是PPDU，该PPDU所使用的调制方式是第一调制方式，那么该PPDU的物理层负载可以包括比特流按照上述第一信息指示的第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。可以理解，该PPDU的物理层头(PHY header)中包括调制与编码策略(modulation and coding scheme, MCS)，MCS可以指示该PPDU所使用的调制方式和速率。
- [0035] 本申请通过PPDU所使用的调制方式来隐含表面该PPDU是否经过星座整形，无需额外的指示信息，可以不影响仅支持通信的设备完成数据传输。
- [0036] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，第一通信装置发送第一信息之后，该方法还包括：第一通信装置发送或接收第四消息，该第四消息包括指示信息，该指示信息可以用于指示该第四消息是否经过星座整形。
- [0037] 示例性的，第四消息可以是PPDU，该指示信息指示该PPDU经过星座整形，该PPDU所使用的调制方式是第一调制方式，那么该PPDU的物理层负载可以包括比特流按照上述第一信息指示的第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。可以理解，该PPDU的物理层头(PHY Header)中包括MCS，MCS可以指示该PPDU所使用的调制方式和速率。
- [0038] 本申请在PPDU中携带指示信息来指示该PPDU是否经过星座整形，其含义清晰。
- [0039] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，第一通信装置发送第一信息之后，该方法还包括：第一通信装置在特定资源上发送或接收第四消息，当该第四消息所使用的调制方式是第一调制方式时，表示该第四消息经过星座整形。其中，第一调制方式可以是各种调制阶数的QAM。特定资源可以通过时频位置和/或天线端口来指示。

- [0040] 示例性的，第四消息可以参考信号、控制信道或数据信道。该第四消息的调制方式是第一调制方式。那么该第四消息可以包括比特流按照上述第一信息指示的第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。
- [0041] 本申请通过在特定资源上发送或接收第四消息来表示该第四消息经过星座整形，可以支持蜂窝通信和感知同时进行。
- [0042] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，上述第一信息可以位于PPDU的物理层头中，此时该第一信息可以用于指示该PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0043] 示例性的，该PPDU的物理层头中还包括第七信息，该第七信息为第一值，用于指示该PPDU经过星座整形。
- [0044] 本申请提供另一种实现方式，通过PPDU的PHY Header来交互该PPDU是否经过概率整形，和该PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0045] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，上述星座整形的星座点的概率可以通过索引来表示。示例性的，一个索引对应星座整形的一组星座点的概率。上述第一信息包括星座整形模式索引，一个星座整形模式索引对应星座整形的一组星座点的概率。
- [0046] 再示例性的，一个索引也可以对应星座整形的一组或多组星座点的概率。上述第一信息包括星座整形模式索引，该星座整形模式索引和该PPDU使用的调制方式可以用于确定该PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。一个星座整形模式索引对应星座整形的一组或多组星座点的概率。
- [0047] 本申请通过索引来表示星座整形的星座点的概率，可以节省指示的比特数。
- [0048] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，上述PPDU可以是单用户的PPDU。此时，上述第一信息(如索引值)可以位于PHY Header的以下任一字段中：通用信令(universal signal, U-SIG)字段、高效信令A/高效信令B(high efficient signal A/high efficient signal B, HE-SIG-A/HE-SIG-B)字段、极高吞吐率信令(extremely high throughput signal, EHT-SIG)字段，或者未来的超高可靠性信令(ultra high reliability signal, UHR-SIG)字段。

- [0049] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，上述PPDU可以是多用户PPDU中的任一PPDU。此时，可能需要针对每个用户交互第一信息，一个第一信息可以用于索引一个用户的PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。举例来说，以上述PPDU是EHT PPDU为例，如果多个用户的星座整形使用相同的星座点概率分布，则可以将第一信息(如星座整形模式索引)放在EHT-SIG的公共字段(Common field)中。如果多个用户的星座整形使用不同的星座点概率分布，则可以考虑将每个用户的第一信息(如星座整形模式索引)放在各自EHT-SIG的用户特定字段(User Specific field)中。
- [0050] 本申请针对单用户数据传输和多用户数据传输分别设计第一信息的位置，使其适用于单用户数据传输场景和多用户数据传输场景。
- [0051] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，如果在不同空间流(spatial stream)上使用不同的MCS(主要考虑MCS中的调制方式不同)，那么对于不同的空间流也可能使用星座整形的不同星座点概率分布。因此，上述第一信息可以用于指示上述PPDU在每个空间流上进行星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0052] 结合第一方面，在一种可能的实现方式中，如果在不同资源单元(resource unit, RU)上使用不同的MCS(主要考虑MCS中的调制方式不同)，那么对于不同的RU也可能使用星座整形的不同星座点概率分布。因此，上述第一信息可以用于指示上述PPDU在每个RU上进行星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0053] 本申请考虑针对不同的空间流或不同资源单元使用不同的星座整形，其实现灵活。
- [0054] 第二方面，本申请提供一种通信方法，该方法应用于第二通信装置，该方法包括：接收并处理第一信息，该第一信息可以用于指示(一种或多种调制方式下)星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0055] 示例性的，该星座整形的一个或多个星座点的概率可以是联合优化通信性能和感知性能后得到，具体参见下文实施例的描述，这里不详述。
- [0056] 示例性的，该星座整形的多个星座点可以是一种调制方式下的星座点，也可以是多种调制方式下的星座点。示例性的，该星座整形的星座点对应的波形可以同时用于传输数据和感知测量。

- [0057] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，上述星座整形的一个或多个星座点的概率是预定义的或者基于预定义的概率区间确定的。
- [0058] 示例性的，对于一种调制方式，星座整形的多个星座点的概率可以相等，也可以不相等。如果星座整形的各星座点的概率相等，上述第一信息可以指示星座整形的一个星座点的概率，也可以指示星座整形的多个星座点的概率(这多个星座点的概率相等)，本申请不做限定。如果星座整形的星座点中存在概率不相等的星座点，或者说，星座整形的至少两个星座点的概率不等，上述第一信息可以指示星座整形的多个星座点的概率。
- [0059] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，第二通信装置接收第一信息可以是：第二通信装置通过第一消息来接收第一信息。示例性的，第二通信装置接收第一消息，该第一消息包括上述第一信息，该第一消息可以用于请求开启星座整形功能。
- [0060] 示例性的，第一消息可以是Wi-Fi通信系统中的帧，或者，蜂窝通信系统中的信令，本申请不做限制。
- [0061] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，上述第一消息还包括第二信息，该第二信息可以用于指示一种或多种调制方式。相应的，上述第一信息具体用于指示这一种或多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0062] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，上述第一消息还包括以下一项或多项：第三信息，第四信息，或第五信息。其中，第三信息用于指示开启星座整形功能。第四信息用于指示开启星座整形功能的持续时间。可以理解，在该持续时间到期后，该星座整形功能可以自动关闭。第五信息用于指示使用星座整形功能的PPDU数。可以理解，在发送完相同数量的PPDU后，该星座整形功能可以自动关闭。
- [0063] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，第二通信装置接收第一信息之前，该方法还包括：第二通信装置接收第一消息，该第一消息用于请求开启星座整形功能。换句话说，携带第一信息的消息与第一消息不相同。

- [0064] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，第二通信装置接收第一消息之后，该方法还包括：第二通信装置发送第二消息，该第二消息包括第六信息，该第六信息用于指示第二通信装置是否同意开启星座整形功能。
- [0065] 示例性的，第二消息可以是Wi-Fi通信系统中的帧，或者，蜂窝通信系统中的信令，本申请不做限制。可以理解，如果上述第一消息是Wi-Fi通信系统中的帧，相应的，第二消息也是Wi-Fi通信系统中的帧。如果上述第一消息是蜂窝通信系统中的信令，相应的，第二消息也是蜂窝通信系统中的信令。
- [0066] 示例性的，第一消息是感知测量请求帧，第二消息是感知测量响应帧。
- [0067] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，第二通信装置接收第一消息之后，该方法还包括：第二通信装置接收或发送第三消息，该第三消息用于关闭星座整形功能。
- [0068] 示例性的，第三消息可以是Wi-Fi通信系统中的帧，或者，蜂窝通信系统中的信令，本申请不做限制。可以理解，如果上述第一消息是Wi-Fi通信系统中的帧，相应的，第三消息也是Wi-Fi通信系统中的帧。如果上述第一消息是蜂窝通信系统中的信令，相应的，第三消息也是蜂窝通信系统中的信令。
- [0069] 示例性的，第一消息是感知测量请求帧，第二消息是感知测量响应帧，第三消息是感知测量会话终止帧。
- [0070] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，第二通信装置接收第一信息之后，该方法还包括：第二通信装置接收或发送第四消息，当该第四消息所使用的调制方式是第一调制方式时，表示该第四消息经过星座整形。其中，第一调制方式可以是各种调制阶数的QAM。
- [0071] 示例性的，第四消息可以是PPDU，该PPDU所使用的调制方式是第一调制方式，那么该PPDU的物理层负载可以包括比特流按照上述第一信息指示的第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。可以理解，该PPDU的物理层头(PHY header)中包括MCS，MCS可以指示该PPDU所使用的调制方式和速率。

- [0072] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，第二通信装置接收第一信息之后，该方法还包括：第二通信装置接收或发送第四消息，该第四消息包括指示信息，该指示信息可以用于指示该第四消息是否经过星座整形。
- [0073] 示例性的，第四消息可以是PPDU，该指示信息指示该PPDU经过星座整形，该PPDU所使用的调制方式是第一调制方式，那么该PPDU的物理层负载可以包括比特流按照上述第一信息指示的第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。可以理解，该PPDU的物理层头(PHY Header)中包括MCS，MCS可以指示该PPDU所使用的调制方式和速率。
- [0074] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，第二通信装置接收第一信息之后，该方法还包括：第二通信装置在特定资源上接收或发送第四消息，当该第四消息所使用的调制方式是第一调制方式时，表示该第四消息经过星座整形。其中，第一调制方式可以是各种调制阶数的QAM。特定资源可以通过时频位置和/或天线端口来指示。
- [0075] 示例性的，第四消息可以参考信号、控制信道或数据信道。该第四消息的调制方式是第一调制方式。那么该第四消息可以包括比特流按照上述第一信息指示的第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。
- [0076] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，上述第一信息可以位于PPDU的物理层头中，此时该第一信息可以用于指示该PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0077] 示例性的，该PPDU的物理层头中还包括第七信息，该第七信息为第一值，用于指示该PPDU经过星座整形。
- [0078] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，上述星座整形的星座点的概率可以通过索引来表示。示例性的，一个索引对应星座整形的一组星座点的概率。上述第一信息包括星座整形模式索引，一个星座整形模式索引对应星座整形的一组星座点的概率。
- [0079] 再示例性的，一个索引也可以对应星座整形的一组或多组星座点的概率。上述第一信息包括星座整形模式索引，该星座整形模式索引和该PPDU使用的调制方

式可以用于确定该PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。一个星座整形模式索引对应星座整形的一组或多组星座点的概率。

- [0080] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，上述PPDU可以是单用户的PPDU。此时，上述第一信息(如索引值)可以位于PHY Header的以下任一字段中：U-SIG字段、HE-SIG-A/HE-SIG-B字段、EHT-SIG字段，或者未来的UHR-SIG字段。
- [0081] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，上述PPDU可以是多用户PPDU中的任一PPDU。此时，可能需要针对每个用户交互第一信息，一个第一信息可以用于索引一个用户的PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。举例来说，以上述PPDU是EHT PPDU为例，如果多个用户的星座整形使用相同的星座点概率分布，则可以将第一信息(如星座整形模式索引)放在EHT-SIG的公共字段(Common field)中。如果多个用户的星座整形使用不同的星座点概率分布，则可以考虑将每个用户的第一信息(如星座整形模式索引)放在各自EHT-SIG的用户特定字段(User Specific field)中。
- [0082] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，如果在不同空间流(spatial stream)上使用不同的MCS(主要考虑MCS中的调制方式不同)，那么对于不同的空间流也可能使用星座整形的不同星座点概率分布。因此，上述第一信息可以用于指示上述PPDU在每个空间流上进行星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0083] 结合第二方面，在一种可能的实现方式中，如果在不同资源单元(resource unit, RU)上使用不同的MCS(主要考虑MCS中的调制方式不同)，那么对于不同的RU也可能使用星座整形的不同星座点概率分布。因此，上述第一信息可以用于指示上述PPDU在每个RU上进行星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0084] 第三方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置用于执行第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法。该通信装置包括具有执行第一方面或第一方面的任意可能的实现方式中的方法的单元。
- [0085] 第四方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置用于执行第二方面或第二方面的任意可能的实现方式中的方法。该通信装置包括具有执行第二方面或第二方面的任意可能的实现方式中的方法的单元。

- [0086] 在第三方面或第四方面中，上述通信装置可以包括收发单元和处理单元。对于收发单元和处理单元的具体描述还可以参考下文示出的装置实施例。上述第三方面到第四方面的有益效果可以参考前述第一方面和第二方面的相关描述，这里不赘述。
- [0087] 第五方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置包括处理器，用于执行上述第一方面、上述第二方面、或其中任一方面的任意可能的实现方式所示的方法。或者，该处理器用于执行存储器中存储的程序，当该程序被执行时，上述第一方面、上述第二方面、或其中任一方面的任意可能的实现方式所示的方法被执行。
- [0088] 结合第五方面，在一种可能的实现方式中，存储器位于上述通信装置之外。
- [0089] 结合第五方面，在一种可能的实现方式中，存储器位于上述通信装置之内。
- [0090] 本申请中，处理器和存储器还可以集成于一个器件中，即处理器和存储器还可以被集成在一起。
- [0091] 结合第五方面，在一种可能的实现方式中，该通信装置还包括收发器，该收发器，用于发送或接收第一信息。
- [0092] 第六方面，本申请提供一种通信装置，该通信装置可以包括处理器和接口电路，该处理器和该接口电路连接。其中，该接口电路用于交互(或收发或输入输出)信息或数据，该处理器用于运行程序指令，使得该通信装置执行上述第一方面、或上述第二方面、或其中任一方面的任意一种可能的实现方式描述的方法。其中，接口电路可以是通信接口，或收发器。收发器可以为通信装置中的射频模块，或，射频模块和天线的组合，或，芯片或电路的输入输出接口。
- [0093] 第七方面，本申请提供一种可读存储介质，该可读存储介质上存储有程序指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面、或上述第二方面、或其中任一方面的任意一种可能的实现方式描述的方法。
- [0094] 第八方面，本申请提供一种包含程序指令的程序产品，当其运行时，使得上述第一方面、或上述第二方面、或其中任一方面的任意一种可能的实现方式描述的方法被执行。

- [0095] 第九方面，本申请提供一种装置，该装置可以以芯片的形式实现，也可以为设备的形式，该装置包括处理器。该处理器用于读取并执行存储器中存储的程序，以执行上述第一方面、第二方面中的一项或多项，或，其中任一方面的任意可能的实现方式中的一项或多项提供的通信方法。可选的，该装置还包括存储器，该存储器与该处理器通过电路连接。进一步可选的，该装置还包括通信接口，该处理器与该通信接口连接。该通信接口用于接收待处理的信息，该处理器从该通信接口获取该信息，并对该信息进行处理，并通过该通信接口输出处理结果。该通信接口可以是输入输出接口。
- [0096] 一种可能的实现方式中，上述的处理器与存储器可以是物理上相互独立的单元，或者，存储器也可以和处理器集成在一起。
- [0097] 第十方面，本申请提供一种无线通信系统，该无线通信系统包括第一通信装置和/或第二通信装置；该第一通信装置用于执行上述第一方面、或第一方面的任意一种可能的实现方式描述的方法，该第二通信装置用于执行上述第二方面或第二方面的任意一种可能的实现方式描述的方法。
- [0098] 上述各个方面达到的技术效果可以相互参考或参考下文所示的方法实施例中的有益效果，此处不再赘述。

附图说明

- [0099] 图1是本申请实施例提供的通信系统的简化示意图；
- [0100] 图2是本申请实施例提供的无线局域网系统的简化示意图；
- [0101] 图3是本申请实施例提供的通信感知一体化系统的一种可能架构示意图；
- [0102] 图4a是本申请实施例提供的发送端信号处理的简化流程示意图；
- [0103] 图4b是本申请实施例提供的接收端信号处理的简化流程示意图；
- [0104] 图5是本申请实施例提供的一种可能的星座整形方法的流程示意图；
- [0105] 图6是本申请实施例提供的星座点概率区间的取值示意图；
- [0106] 图7是本申请实施例提供的通信性能最优时16QAM和64QAM的星座图；
- [0107] 图8是本申请实施例提供的16QAM星座整形的一种可能示意图；
- [0108] 图9是本申请实施例提供的CCDM编码的示意图；
- [0109] 图10是本申请实施例提供的期望获得的星座图和星座整形后得到的星座图；

- [0110] 图11是本申请实施例提供的另一种可能的星座整形方法的流程示意图；
- [0111] 图12是本申请实施例提供的16QAM星座整形的另一种可能示意图；
- [0112] 图13是本申请实施例提供的期望获得的16QAM星座图和星座整形获得的16QAM星座图；
- [0113] 图14是本申请实施例提供的一种星座整形方法的简化流程示意图；
- [0114] 图15是本申请实施例提供的通信方法的一种流程示意图；
- [0115] 图16是本申请实施例提供的星座整形请求帧的帧格式示意图；
- [0116] 图17是本申请实施例提供的星座整形响应帧的帧格式示意图；
- [0117] 图18是本申请实施例提供的通信方法的另一种流程示意图；
- [0118] 图19是本申请实施例提供的通信装置的一结构示意图；
- [0119] 图20是本申请实施例提供的通信装置的另一结构示意图；
- [0120] 图21是本申请实施例提供的通信装置的又一结构示意图。

具体实施方式

- [0121] 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。
- [0122] 在本申请的描述中，“第一”和“第二”等仅用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。此外，除非另有说明，“/”表示“或”的意思，例如，A/B可以表示A或B。本文中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A和/或B，可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。此外，“至少一个”是指一个或多个，“多个”是指两个或两个以上。“以下一项(个)或多项(个)”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如，a，b，或c中的至少一项(个)，可以表示：a，b，c；a和b；a和c；b和c；或a和b和c。其中a，b，c可以是单个，也可以是多个。
- [0123] 术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备等，没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元等，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备等固有的其它步骤或单元。

- [0124] 本申请中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例性的”、“举例来说”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”、“举例来说”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。
- [0125] 可以理解，在本申请中，“当…时”、“若”以及“如果”均指在某种客观情况下装置会做出相应的处理，并非限定时间，且也不要求装置实现时一定要有的判断的动作，也不意味着存在其它限定。其中，在某种客观情况下装置做出相应的处理，包括：满足该客观情况，即能做该相应的处理；或者满足该客观情况和其他情况，才能做出该相应的处理。
- [0126] 本申请中的“同时”可以理解为“并行”，或在相同的时间点，也可以理解为在一段时间段内，还可以理解为在同一个周期内，具体可以结合上下文进行理解。
- [0127] 本申请中对于使用单数表示的元素旨在用于表示“一个或多个”，而并非表示“一个且仅一个”，除非有特别说明。
- [0128] 可以理解，在本申请各实施例中，“A对应的B”、“A与B对应”或其类似表达，表示B与A相关联，根据A可以确定B。根据A确定B并不意味着仅仅根据A确定B，还可以根据A和/或其它信息确定B。
- [0129] 本申请实施例的技术方案可以应用于各种无线通信系统中，该无线通信系统可以同时支持通信和感知双重功能。例如：采用802.11系列协议的无线局域网(wireless local area network, WLAN)系统，长期演进(long term evolution, LTE)系统，第五代(5th Generation, 5G)系统，如新一代无线接入技术(new radio access technology, NR)，多种系统融合的网络，物联网系统，车联网系统，开放式无线接入网络(open-radio access network, O-RAN)系统，以及未来的通信系统，如第六代(6th Generation, 6G)系统等。其中，802.11系列协议包括但不限于：802.11ax协议，802.11be协议、Wi-Fi7或下一代的协议，例如Wi-Fi 8、超高可靠性(ultra high reliability, UHR)、或802.11bn协议，或Wi-Fi AI，或者毫米波等，这里不一一列举。这里，支持感知功能可以理解为支持但不限于以下一种或多种感知

协议：802.11bf协议，或802.11bf协议的下一代感知协议，或未来某代WLAN sensing协议等。

- [0130] 一种可能的实现方式中，通信系统中包括通信设备，通信设备间可以利用空口资源进行无线通信。其中，通信设备可以包括网络设备和终端设备，网络设备还可以称为基站设备，或接入网设备，或接入点(access point, AP)设备。空口资源可以包括时域资源、频域资源、码资源以及空间资源中至少一个。在本申请中，至少一个还可以描述为一个或多个，多个可以是两个、三个、四个或者更多个，本申请不做限制。
- [0131] 应理解，本申请实施例描述的系统架构和应用场景是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案，并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定，本领域普通技术人员可知，随着系统架构或应用场景的演变，本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题，同样适用。
- [0132] 参见图1，图1是本申请实施例提供的通信系统的简化示意图。如图1所示，该通信系统包括无线接入网100。无线接入网100可以是下一代(例如6G或更高版本)无线接入网，或传统(例如5G、4G、3G或2G)无线接入网。其中，一个或多个终端设备(120a-120j，统称为120)可以相互连接或连接到无线接入网100中的一个或多个网络设备(110a、110b，统称为110)。可以理解，图1只是示意图，该通信系统中还可以包括其它设备，如还可以包括核心网设备、无线中继设备和/或无线回传设备等，在图1中未画出。
- [0133] 在实际应用中，该通信系统可以同时包括多个网络设备(也称为接入网设备，或AP设备)，也可以同时包括多个终端设备。一个网络设备可以同时服务于一个或多个终端设备。一个终端设备也可以同时接入一个或多个网络设备。本申请实施例对该通信系统中包括的终端设备和网络设备的数量不做限定。
- [0134] 网络设备可以是网络侧的一种用于发射或接收信号的实体，如基站(base station, BS)，BS可以是一种部署在无线接入网中能够和终端进行无线通信的设备。基站可能有多种形式，比如宏基站、微基站、中继站和接入点(access point, AP)等。示例性地，本申请实施例涉及到的基站可以是5G中的基站、第六代(6th generation, 6G)移动通信系统中的基站、开放无线接入网(open radio access network, O-RAN)中的基站等。

k, O-RAN)系统中的接入网设备或者接入网设备的模块、未来移动通信系统中的基站或Wi-Fi系统中的接入节点、或LTE中演进的基站(evolved node B, eNB)等。其中, 5G中的基站还可以称为发送接收点(transmission reception point, TRP)或5G基站(next-generation node B, gNB)。基站还可以与如下名称进行替换, 比如: 无线访问点、节点B(nodeB)、发射点(transmitting point, TP)、主站MeNB、辅站SeNB、多制式无线(Multi-standard radio, MSR)节点、家庭基站、网络控制器、接入节点、无线节点、接入点(access point, AP)、传输节点、收发节点、基带单元(baseband unit, BBU)、射频拉远单元(remote radio unit, RRU)、有源天线单元(active antenna unit, AAU)、射频头(remote radio head, RRH)、集中式单元(centralized unit, CU)、分布式单元(distributed unit, DU)、定位节点、IAB宿主(IAB donor)等。

[0135] 本申请实施例中的网络设备可以是一体化基站, 或者可以是包括集中式单元(centralized unit, CU)和/或分布式单元(distributed unit, DU)的基站。包括CU和DU的基站还可以称为CU和DU分离的基站, 如该基站包括gNB-CU和gNB-DU。其中, CU还可以分离为CU控制面(CU control plane, CU-CP)和CU用户面(CU user plane, CU-UP), 如该基站包括gNB-CU-CP、gNB-CU-UP和gNB-DU。或者, 本申请实施例的网络设备还可以是天线单元(radio unit, RU)。再或者, 本申请实施例中的网络设备还可以是开放无线接入网(O-RAN)架构等, 本申请实施例对于网络设备的具体部署方式不作限定。示例性的, 当网络设备是O-RAN架构时, 本申请实施例所示的网络设备可以是O-RAN中的接入网设备, 如CU, DU, 或, RU中的一项或多项的组合, 或者是接入网设备中的模块等。在ORAN系统中, CU还可以称为开放(open, O)-CU, CU-CP还可以称为O-CU-CP, CU-UP还可以称为O-CU-UP, DU还可以称为O-DU, RU还可以称为O-RU。

[0136] 本申请实施例中, 用于实现网络设备的功能的装置可以是网络设备; 也可以是能够支持网络设备实现该功能的装置, 例如芯片系统、或通信模块、或调制解调器等, 该装置可以被安装在网络设备中。网络设备可以支持相同或不同接入

技术的网络。本申请的实施例对网络设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。

[0137] 终端设备可以称为终端、用户设备(user equipment, UE)、移动台(mobile station, MS)、移动终端(mobile terminal, MT)、非接入点站点(non-access point station, non-AP STA)等,其可以是一种具有无线收发功能的设备;其可以部署在陆地上,包括室内或室外、手持或车载;也可以部署在水面上(如轮船等);还可以部署在空中(例如飞机、气球和卫星上等)。终端设备可以用于连接人、物和机器。终端设备120可以广泛应用于各种场景,例如蜂窝通信、WLAN通信、设备到设备(device-to-device, D2D)、车到所有(vehicle-to-everything, V2X)、端到端(peer to peer, P2P)、机器到机器(machine to machine, M2M)、机器类型通信(machine type communication, MTC)、物联网(Internet of Things, IoT)、虚拟现实(virtual reality, VR)、增强现实(augmented reality, AR)、工业控制、自动驾驶、远程医疗、智能电网、智能家居、智能办公、智能穿戴、智能交通、智慧城市(smart city)、智慧家庭(smart home)、无人机、机器人、遥感、被动传感、定位、导航与跟踪、自主交付与移动等。

[0138] 本申请实施例中,用于实现终端的功能的装置可以是终端;也可以是能够支持终端实现该功能的装置,例如芯片系统、或通信模块、或调制解调器等,该装置可以被安装在终端中。本申请实施例中,芯片系统可以由芯片构成,也可以包括芯片和其他分立器件。本申请的实施例对终端设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。

[0139] 可以理解,当网络设备是接入点(如图1中110b),终端设备是非接入点站点(如图1中的120f或120g)时,该网络设备与该终端设备组成的网络可以是无线局域网(WLAN)。换句话说,图1所示的通信系统可以包括但不限于WLAN。

[0140] 示例性的,参见图2,图2是本申请实施例提供的无线局域网系统的简化示意图。如图2所示,该WLAN系统包括一个或多个AP,和一个或多个non-AP STA(如图2中的non-AP STA1和non-AP STA2)。其中,AP可以与一个或多个non-AP STA进行通信和感知,多个non-AP STA之间也可以进行通信和感知。

- [0141] 可以理解，图2中以non-AP STA为手机、AP为路由器作为一种示例，并不表示对本申请实施例中的AP、non-AP STA类型进行限定。同时，图2仅示例性的示出了一个AP和两个non-AP STA，但是WLAN系统中AP或non-AP STA的数量还可以更多或更少，本申请实施例对此不作限定。
- [0142] 一种可能的实现方式中，non-AP STA和AP可以同时支持WLAN通信协议和WLAN sensing协议。其中，WLAN通信协议包括但不限于：802.11ax协议，802.11be协议、Wi-Fi7或下一代的协议，例如Wi-Fi 8、超高可靠性(ultra high reliability, UHR)、802.11bn协议，或Wi-Fi AI，或者毫米波等。该WLAN sensing协议包括但不限于：802.11bf协议，或802.11bf协议的下一代感知协议，或未来某代WLAN sensing协议等。
- [0143] WLAN系统可以提供高速率低时延的传输，随着WLAN应用场景的不断演进，WLAN系统将会应用于更多场景或产业中，比如，应用于物联网产业，应用于车联网产业或应用于银行业，应用于企业办公，体育场馆展馆，音乐厅，酒店客房，宿舍，病房，教室，商超，广场，街道，生成车间和仓储等。当然，支持WLAN通信的设备(比如接入点或站点)可以是智慧城市中的传感器节点(比如，智能水表，智能电表，智能空气检测节点)，智慧家居中的智能设备(比如智能摄像头，投影仪，显示屏，电视机，音响，电冰箱，洗衣机等)，物联网中的节点，娱乐终端(比如增强现实(augmented reality, AR)，虚拟现实(virtual reality, VR)等可穿戴设备)，智能办公中的智能设备(比如，打印机，投影仪，扩音器，音响等)，车联网中的车联网设备，日常生活场景中的基础设施(比如自动售货机，商超的自助导航台，自助收银设备，自助点餐机等)，以及大型体育以及音乐场馆的设备等。本申请实施例中对于站点和接入点的具体形式不做限制，在此仅是示例性说明。
- [0144] 可以理解，虽然本申请主要以部署电气及电子工程师学会(institute of electrical and electronics engineers, IEEE)802.11的网络为例进行说明，本领域技术人员容易理解，本申请涉及的各个方面可以扩展到采用各种标准或协议的其它网络，例如，蓝牙(BLUETOOTH)、高性能无线LAN(high performance radio LAN, HIPERLAN)(一种与IEEE 802.11标准类似的无线标准，主要在欧洲使用)以及广域网(w

ide area network, WAN)、无线局域网(WLAN)、个人区域网(personal area network, PAN)或其它现在已知或以后发展起来的网络等。因此,无论使用的覆盖范围和无线接入协议如何,本申请提供的各方面可以适用于任何合适的无线网络。

- [0145] 在一些实施例中,上述图2示出的WLAN系统中的AP可以替换成接入点多链路设备(AP multi-link device, AP MLD), non-AP STA可以替换成非接入点多链路设备(non-AP multi-link device, non-AP MLD),也就是说,本申请实施例提供的技术方案也可以应用于多链路设备(multi-link device, MLD)与多链路设备通信的场景中。多链路设备是一种支持多条链路并行进行传输的无线通信设备,相比于仅支持单条链路传输的设备来说,多链路设备具有更高的传输效率和更高的吞吐量。多链路设备包括一个或多个隶属的站点STA(affiliated STA),隶属的STA是一个逻辑上的站点,可以工作在一条链路上。其中,隶属的站点可以为接入点(access point, AP)或非接入点站点(non-access point station, non-AP STA)。隶属的站点为AP的多链路设备可以称为AP MLD,隶属的站点为non-AP STA的多链路设备可以称为non-AP MLD。
- [0146] 一种可能的实现方式中,本申请实施例涉及的多链路设备(这里既可以是non-AP MLD,也可以是AP MLD)是具有无线通信功能的装置,该装置可以为一个整机的设备,还可以是安装在整机设备中的芯片或处理系统等,安装这些芯片或处理系统的设备可以在这些芯片或处理系统的控制下,实现本申请实施例的方法和功能。
- [0147] 可以理解,电磁波信号具有通信和感知双重功能,这使得通信感知一体化(ISA C)成为可能。目前,有人提出可以利用通信信号来进行感知。一种可能的实现方式中,利用通信信号来进行感知的系统架构如图3所示,图3示出了通信感知一体化系统的一种可能架构图。如图3所示,该系统中通信和感知在硬件和信号处理模块方面可以共享发射机,发射信号既可以作为通信信号传输信息,又可以作为探测信号感知目标。即:利用正交频分复用(orthogonal frequency division multiplexing, OFDM)通信波形作为感知信号,并在感知接收端(sensing receiver)设计感知算法,估计目标的距离和速度等信息。

- [0148] 具体的,在图3所示的发送端,二进制比特数据经过串并转换被分成多个并行流,并映射到相移键控(phase shift keying, PSK)符号上,从而产生调制符号序列 d_{Tx} 。该调制符号序列 d_{Tx} 再经过逆快速傅里叶变换(inverse fast fourier transform, IFFT)和并串转换后,将该信号经过数模转换(digital to analog, D/A)为模拟信号 $x(t)$,并与本地振荡器(local oscillator, LO)产生的本振信号混合后以载波频率发射。在图3所示的接收端,接收到的调制符号 d_{Rx} 是通过快速傅里叶变换(fast fourier transform, FFT)操作从接收到的基带信号 $y(t)$ 中恢复的。
- [0149] 其中,对目标的速度和距离的感知处理包括但不限于以下三个步骤:首先,通过信道估计($D_{div} = \frac{d_{Rx}}{d_{Tx}}$)从接收到的信息符号中剔除发射信息。作为一个可选步骤,可以将窗口函数沿着矩阵的两个维度(行和列)应用于 D_{div} ,以减少后续步骤中傅里叶变换引入的旁瓣电平。然后,计算 D_{div} 中每行的离散傅里叶变换。最后,基于上一步离散傅里叶变换产生的矩阵的每列,计算其逆离散傅里叶变换,所得到的矩阵可以表示距离和多普勒中的二维雷达图像。
- [0150] 可以理解,上述图3所示发射信号采用PSK调制,因为PSK调制是恒包络(或者说恒模)的,所以PSK调制波形的模糊函数(或者说自相关函数)旁瓣较小,其感知性能较好。但是,现有通信系统为了提高传输速率和通信性能,通常采用正交振幅调制(quadrature amplitude modulation, QAM)。由于QAM波形是非恒包络(或者说非恒模)的,其模糊函数(或者说自相关函数)旁瓣较高,而模糊函数(或者说自相关函数)反映了感知系统对目标的分辨能力。因此,模糊函数(或自相关函数)的高旁瓣会影响目标的检测性能,导致感知性能较差。
- [0151] 鉴于此,本申请实施例针对现有非恒模调制(如QAM)的通信信号的模糊函数(或自相关函数)旁瓣较高,感知性能较差的问题,提供一种通信方法、装置及可读存储介质,通过降低非恒模调制(如QAM)的通信信号的模糊函数(或自相关函数)旁瓣,不仅可以支持通信和感知同时进行(或者说支持通信感知一体化),还可以在兼顾通信性能的同时提升感知性能。
- [0152] 下面将结合更多的附图对本申请提供的技术方案进行详细说明。

- [0153] 为便于清楚描述本申请的技术方案，本申请通过多个实施例进行阐述，具体参见下文各个实施例的描述。本申请中，除特殊说明外，各个实施例或实现方式之间相同或相似的部分可以互相参考。在本申请中各个实施例、以及各实施例中的各个实施方式/实施方法/实现方法中，如果没有特殊说明以及逻辑冲突，不同的实施例之间、以及各实施例中的各个实施方式/实施方法/实现方法之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用，不同的实施例、以及各实施例中的各个实施方式/实施方法/实现方法中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例、实施方式、实施方法、或实现方法。以下所述的本申请实施方式并不构成对本申请保护范围的限定。可以理解，下文实施例的顺序并不代表重要程度。
- [0154] 应理解，本申请中，指示包括直接指示(也称为显式指示)和隐式指示。其中，直接指示信息A，是指包括该信息A；隐式指示信息A，是指通过信息A和信息B的对应关系以及直接指示信息B，来指示信息A。其中，信息A和信息B的对应关系可以是预定义的，预存储的，预烧制的，或者，预先配置的。
- [0155] 应理解，本申请中，信息D基于信息C确定，既包括信息D仅基于信息C来确定，也包括基于信息C和其他信息来确定。此外，信息C用于确定信息D，还可以包括间接确定的情况，比如，信息D基于信息E确定，而信息E基于信息C确定这种情况。
- [0156] 此外，本申请各实施例中的“网元A向网元B发送信息A”，可以理解为该信息A的目的端或与目的端之间的传输路径中的中间网元是网元B，可以包括直接或间接的向网元B发送信息。“网元B从网元A接收信息A”，可以理解为该信息A的源端或与该源端之间的传输路径中的中间网元是网元A，可以包括直接或间接的从网元A接收信息。信息在信息发送的源端和目的端之间可能会被进行必要的处理，例如格式变化等，但目的端可以理解来自源端的有效信息。本申请中类似的表述可以做类似的理解，在此不予赘述。
- [0157] 一种可能的实现方式中，本申请中的第一通信装置可以是AP或基站，第二通信装置可以是non-AP STA或UE；或者，第一通信装置是non-AP STA或UE，第二通信装置是AP或基站。当然，本申请中的第一通信装置和第二通信装置可以都

是non-AP STA或UE，或者，第一通信装置和第二通信装置都是AP或基站。本申请不限制第一通信装置和第二通信装置的具体形态。

[0158] 一种可能的实现方式中，本申请提供的技术方案可以应用于数据通信和感知同时进行(如通信感知一体化)的场景中，主要应用于采用OFDM技术的通信系统中，例如：Wi-Fi通信与感知场景，蜂窝通信与感知场景等。

[0159] 为了更好地理解本申请提供的技术方案，下面先介绍星座整形在发送端和接收端中的可能位置，再介绍星座整形的一种或多种可能实现，最后介绍用于支持收发两端实现星座整形功能的部分或全部信令交互。可以理解，下文的介绍顺序仅为了便于理解，并不代表重要程度。

[0160] 一种可能的实现方式中，本申请可以在现有OFDM通信系统的发送端增加星座整形环节，同时在接收端增加星座整形解匹配环节。参见图4a和图4b，图4a是本申请实施例提供的发送端信号处理的简化流程示意图，图4b是本申请实施例提供的接收端信号处理的简化流程示意图。其中，图4a和图4b以二进制卷积码(binary convolutional code, BCC)为例，当然本申请同样适用于其他编码方式，比如低密度奇偶校验码(low-density parity-check codes, LDPC)、或极化(Polar)码等。示例性的，图4a示出了160MHz非常高吞吐量(very high throughput, VHT)单用户(single user, SU)PPDU数据字段的发送端处理过程，图4b示出了相应的接收端处理过程。

[0161] 本申请可以根据通信与感知的需求，通过对通信与感知的联合优化获得最优或次优的星座点概率分布(或者说特定分布)。示例性的，通过联合优化QAM信号幅度的四阶矩和通信可达速率，使优化后星座图幅度的四阶矩经过概率加权后的值趋于1，从而获得通信性能与感知性能之间的权衡(Trade-off)以及该Trade-off下对应的星座概率分布。或者，通过联合优化QAM信号幅度的范围(影响感知性能)和星座点数量(影响通信性能)，保留满足该条件(如QAM信号幅度在一定范围)星座点，且保留下来的星座点服从等概率分布，不满足条件的星座点的概率均为零(或丢弃)，从而获得通信性能与感知性能之间的权衡/折中(Trade-off)以及该Trade-off下对应的星座点概率分布，即每个星座点的概率值。

- [0162] 如图4a所示,根据优化得到的星座点概率分布进行星座整形,将BCC交织器输出的二进制比特数据映射到QAM符号上,从而产生符合特定分布(也就是优化得到的星座点概率分布)的调制符号序列。再经过离散傅里叶逆变换(inverse discrete fourier transform, IDFT)和并串转换后,将该信号转换为模拟信号,并在与本振信号混合后(再经过循环移位分集(cyclic shift diversity, CSD)),插入保护间隔(guard interval, GI)和窗,再通过模拟和射频模块发射。相应的,接收端的处理过程是发送端的逆过程。如图4b所示,接收端先通过数字和射频模块接收基带信号,在删除其中的保护间隔(GI)和串并转换后,(再经过去循环移位分集(de-cyclic shift diversity, DCSD))通过离散傅里叶变换(discrete fourier transform, DFT)操作从接收到的基带信号中恢复接收到的调制符号序列。可以理解,与现有技术类似,图4a发射的调制符号序列和图4b接收到的调制符号序列共同完成感知任务,即:感知任务工作在发送和接收的调制符号上。换句话说,感知任务无需再对调制符号进行后续处理(比如:星座解映射, BCC解交织, 或BCC解码)即可完成。但是对于通信任务,如图4b所示,还需要根据优化得到的星座点概率分布进行星座整形解匹配,将DFT操作恢复出的调制符号序列解映射为二进制比特数据,再经过BCC解交织器和BCC解码器获得原始信息。
- [0163] 可以理解,上述图4a和图4b分别以Wi-Fi通信的发送端和接收端的信号处理为例,在实际应用中,本申请实施例提供的星座整形也适用于蜂窝通信的发送端和接收端,这里不一一详述。
- [0164] 下面介绍星座整形的一种或多种可能实现方式。
- [0165] 本申请面向ISAC系统,针对现有的非恒模调制(如: 16QAM, 64QAM, 256QAM等)信号感知性能差的问题,设计了基于星座整形的ISAC波形。示例性的,根据通信和感知的性能需求,对特定的非恒包络(或者说非恒模)调制信号(如: 16QAM, 64QAM, 256QAM等)进行通信性能和感知性能的联合优化,以获得通信性能和感知性能最优或次优的星座点概率分布(或者说特定分布)。然后传递获得的星座点概率,并对现有的通信波形进行星座整形,比如:将现有等概率的QAM星座点编码为不等概率的QAM星座点,从而获得同时符合通信和感知性能需求的ISAC波形。

- [0166] 一种可能的实现方式中，由于调制信号的模糊函数的旁瓣受到调制符号幅度的影响(与调制符号幅度的四阶矩有关)，对于PSK调制信号，其调制符号的四阶矩的期望等于1。因此，本申请的通信和感知联合优化思路可以是：通过联合优化QAM信号幅度的四阶矩和通信可达速率，使得优化后星座图幅度的四阶矩经过概率加权后的值趋于1，从而获得通信性能与感知性能之间的权衡/折中(Trade-off)以及该权衡/折中(Trade-off)下对应的星座点概率分布 P_A 。
- [0167] 参见图5，图5是本申请实施例提供的一种可能的星座整形方法的流程示意图。该方法主要介绍如何将等概率的QAM星座点编码为不等概率的QAM星座点，以获得同时兼顾通信性能和感知性能的ISAC波形。如图5所示，该星座整形方法包括但不限于以下步骤：
- [0168] S101，获得某种调制方式下星座整形的星座点概率分布 P_A ，该星座点概率分布 P_A 中星座点的数量 R 等于该种调制方式的调制阶数 M 。
- [0169] 本申请各实施例涉及的调制方式可以包括正交振幅调制(QAM)，QAM包括均匀星座和非均匀星座(non-uniform Constellation, NUC)两类。本申请各实施例中，不同调制阶数的QAM可以理解为不同的调制方式，比如16QAM和64QAM可以理解为两种不同的调制方式。本申请实施例为了清楚，下文以QAM是均匀星座为例进行说明。但对于QAM是非均匀星座的情况，本申请实施例也适用。
- [0170] 一种可能的实现方式中，本申请实施例对于非恒包络(或者说非恒模)的QAM信号(比如16QAM和64QAM)，根据通信和感知的性能需求，通过联合优化QAM信号幅度的四阶矩和通信可达速率，使得优化后星座图幅度的四阶矩经过概率加权后的值趋于1且优化后星座点的数量不变，从而获得通信性能和感知性能之间的权衡/折中(Trade-off)以及该权衡/折中(Trade-off)下对应的星座点概率分布 P_A ，即每个星座点的概率值。可以理解，对于不同调制阶数的QAM，通过联合优化QAM信号幅度的四阶矩和通信可达速率，可以获得不同的星座点概率分布 P_A 。对于同一调制阶数的QAM，本申请实施例优化前的星座点数量与优化后的星座点数量相同。
- [0171] 一种可能的实现方式中，本申请实施例可以在标准协议中预定义不同调制阶数的QAM与其对应的星座点概率分布 P_A ，即每个星座点的概率值。

[0172] 举例来说，以16QAM和64QAM为例，如下述表1和表2所示。表1示出了16QAM下星座整形的星座点概率分布 P_A ，或者说表1示出了16QAM下通信性能与感知性能权衡/折中(Trade-off)后对应的星座点概率分布。表2示出了64QAM下星座整形的星座点概率分布 P_A ，或者说表2示出了64QAM下通信性能与感知性能权衡/折中(Trade-off)后对应的星座点概率分布。其中，表1示出的星座点概率分布 P_A 包括16个星座点的概率值，表2示出的星座点概率分布 P_A 包括64个星座点的概率值。可以理解，对于16QAM，在通信性能和感知性能的Trade-off前，各个星座点的概率值相等，为1/16(等于0.0625)。对于64QAM，在通信性能和感知性能的Trade-off前，各个星座点的概率值相等，为1/64(约等于0.0156)。

[0173] 还可以理解，对于同一调制阶数的QAM，本申请实施例的星座整形(或者说通信性能和感知性能间的Trade-off)不改变星座点的数量，比如16QAM的星座点数量在通信性能和感知性能的Trade-off前和Trade-off后都是16，同理，64QAM的星座点数量在通信性能和感知性能的Trade-off前和Trade-off后都是64。

[0174] 表1

	1	2	3	4
1	0.0156	0.1094	0.1094	0.0156
2	0.1094	0.0156	0.0156	0.1094
3	0.1094	0.0156	0.0156	0.1094
4	0.0156	0.1094	0.1094	0.0156

[0175] 表2

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0061	0.0108	0.0204	0.0217	0.0204	0.0204	0.0108	0.0061
2	0.0108	0.0217	0.0192	0.0176	0.0176	0.0192	0.0217	0.0108
3	0.0204	0.0192	0.0134	0.0105	0.0105	0.0134	0.0192	0.0204
4	0.0217	0.0176	0.0105	0.0085	0.0085	0.0105	0.0176	0.0217
5	0.0217	0.0176	0.0105	0.0085	0.0085	0.0105	0.0176	0.0217
6	0.0204	0.0192	0.0134	0.0105	0.0105	0.0134	0.0192	0.0204
7	0.0108	0.0217	0.0192	0.0176	0.0176	0.0192	0.0217	0.0108
8	0.0061	0.0108	0.0204	0.0217	0.0217	0.0204	0.0108	0.0061

[0176] 可以理解，在实际应用中，为了实现的灵活性，可以将星座整形的星座点的概率标称为一个范围，并不一定是一个单一数值。换句话说，在标准化(或者标准协议中预定义)星座点的概率时，并不要求每个星座点的概率严格达到某个数

值，可以是一个概率范围。示例性的，如上述表1所示，对于第二行第三列(2,3)的这个星座点，该星座点的概率为0.0156，且其它星座点满足相应的概率数值时，才与16QAM的星座整形对应。当使用一个概率范围时，这个星座点的概率可以是0.1–0.2中的任意数值，相应的，其他星座点的概率也可以为一个数值范围，此时也可以与16QAM的星座整形对应，这样可以提升实现的灵活性。

[0177] 一种可能的实现方式中，下面以16QAM和64QAM为例，介绍星座整形的星座点的概率范围(或概率区间)的几种选取方式。参见图6，图6是本申请实施例提供的星座点概率区间的取值示意图。如图6所示，对于给定的调制方式(16QAM或64QAM)，其均匀分布的星座点概率对应“通信(性能)最优”点，而通过通信性能和感知性能的联合优化(如联合优化QAM信号幅度的四阶矩和通信可达速率)，可以获得“感知(性能)最优”点和“(通信性能和感知性能)联合最优”点。其中，“感知最优”时16QAM和64QAM的四阶矩 C_0 均等于1，“联合最优”时16QAM的四阶矩 C_0 等于1.08，64QAM的四阶矩 C_0 等于1.25。

[0178] 示例性的，星座点的概率区间有两种可能的取值方式：

[0179] 方式一：根据通信性能确定星座点的概率区间。如图6的(a)所示，通信性能被等间隔分割，取最优点(比如“通信最优”点，或“联合最优”点等)附近的 N_1 个通信性能间隔($N_1 \Delta_1$)作为星座点概率的取值区间。例如：可以将通信性能间隔设置为一个最小量化单位(如最小单位为0.01，或者 $1/R$)，方便星座点概率区间的计算。

[0180] 方式二：根据感知性能确定星座点的概率区间。如图6的(b)所示，感知性能被等间隔采样，取最优点(比如“联合最优”点，或“感知最优”点等)附近的 N_2 个感知性能间隔($N_2 \Delta_2$)作为星座点概率的取值区间。例如：可以将感知性能间隔设置为一个最小量化单位(如最小单位为0.01，或者 $1/R$)，方便星座点概率区间的计算。

[0181] 对于QAM，现有通信系统中的星座点概率服从均匀分布，如图6中的“通信最优”点。此时，16QAM中所有星座点的概率均为 $1/16$ ，如下述表3a所示；64QAM中所有星座点的概率均为 $1/64$ ，如下述表3b所示。在“通信最优”点，16QAM

M和64QAM的星座图如图7所示。可以理解，在“通信最优”点，系统具有最优的通信性能，但其感知性能较差。

[0182] 表3a

	1	2	3	4
1	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625
2	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625
3	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625
4	0.0625	0.0625	0.0625	0.0625

[0183] 表3b

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156
2	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156
3	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156
4	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156
5	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156
6	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156
7	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156
8	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156

[0184] 举例来说，按照上述方式一，根据通信性能确定星座点的概率区间，选取图6的(a)中“通信最优”点右侧一定范围内的星座点概率。如图6的(a)所示，假设此时选择的右边界点的四阶矩 C_0 等于1.8，该右边界点($C_0=1.8$)对应的16QAM星座点的概率如下述表4a所示，或者说表4a示出了 $C_0=1.8$ 时16QAM的星座点概率；该右边界点($C_0=1.8$)对应的64QAM星座点的概率如下述表4b所示，或者说表4b示出了 $C_0=1.8$ 时64QAM的星座点概率。示例性的，上述表3a和下述表4a可以组成16QAM下星座整形的星座点概率区间，如下述表5a所示；同理，上述表3b和下述表4b可以组成64QAM下星座整形的星座点概率区间，如下述表5b所示。

[0185] 表4a

	1	2	3	4
1	0.1250	0	0	0.1250
2	0	0.1250	0.1250	0
3	0	0.1250	0.1250	0
4	0.1250	0	0	0.1250

[0186] 表4b

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0583	0.0090	0.0071	0.0069	0.0069	0.0071	0.0090	0.0583
2	0.0090	0.0069	0.0077	0.0088	0.0088	0.0077	0.0069	0.0090
3	0.0071	0.0077	0.0108	0.0154	0.0154	0.0108	0.0077	0.0071
4	0.0069	0.0088	0.0154	0.0647	0.0647	0.0154	0.0088	0.0069
5	0.0069	0.0088	0.0154	0.0647	0.0647	0.0154	0.0088	0.0069
6	0.0071	0.0077	0.0108	0.0154	0.0154	0.0108	0.0077	0.0071
7	0.0090	0.0069	0.0077	0.0088	0.0088	0.0077	0.0069	0.0090
8	0.0583	0.0090	0.0071	0.0069	0.0069	0.0071	0.0090	0.0583

[0187] 表5a

	1	2	3	4
1	0.0625- 0.1250	0-0.0625	0- 0.0625	0.0625- 0.1250
2	0-0.0625	0.0625- 0.1250	0.0625- 0.1250	0- 0.0625
3	0-0.0625	0.0625-	0.0625-	0-
		0.1250	0.1250	0.0625
4	0.0625- 0.1250	0-0.0625	0- 0.0625	0.0625- 0.1250

[0188] 表5b

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0156- 0.0583	0.0090- 0.0156	0.0071- 0.0156	0.0069- 0.0156	0.0069- 0.0156	0.0071- 0.0156	0.0090- 0.0156	0.0156- 0.0583
2	0.0090- 0.0156	0.0069- 0.0156	0.0077- 0.0156	0.0088- 0.0156	0.0088- 0.0156	0.0077- 0.0156	0.0069- 0.0156	0.0090- 0.0156
3	0.0071- 0.0156	0.0077- 0.0156	0.0108- 0.0156	0.0154- 0.0156	0.0154- 0.0156	0.0108- 0.0156	0.0077- 0.0156	0.0071- 0.0156
4	0.0069- 0.0156	0.0088- 0.0156	0.0154- 0.0156	0.0156- 0.0647	0.0156- 0.0647	0.0154- 0.0156	0.0088- 0.0156	0.0069- 0.0156
5	0.0069- 0.0156	0.0088- 0.0156	0.0154- 0.0156	0.0156- 0.0647	0.0156- 0.0647	0.0154- 0.0156	0.0088- 0.0156	0.0069- 0.0156
6	0.0071- 0.0156	0.0077- 0.0156	0.0108- 0.0156	0.0154- 0.0156	0.0154- 0.0156	0.0108- 0.0156	0.0077- 0.0156	0.0071- 0.0156
7	0.0090- 0.0156	0.0069- 0.0156	0.0077- 0.0156	0.0088- 0.0156	0.0088- 0.0156	0.0077- 0.0156	0.0069- 0.0156	0.0090- 0.0156
8	0.0156- 0.0583	0.0090- 0.0156	0.0071- 0.0156	0.0069- 0.0156	0.0069- 0.0156	0.0071- 0.0156	0.0090- 0.0156	0.0156- 0.0583

[0189] 可以理解，对于图6中的“感知最优”点，系统具有最优的感知性能，但其通信性能最差，其对应的星座图为恒模(或恒包络)或近似恒模(或近似恒包络)。此

时，在“感知最优”点($C_0=1$)，16QAM的星座点概率如下述表6a所示，64QAM的星座点概率如下述表6b所示。

[0190] 表6a

	1	2	3	4
1	0	0.1250	0.1250	0
2	0.1250	0	0	0.1250
3	0.1250	0	0	0.1250
4	0	0.1250	0.1250	0

[0191] 表6b

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0.0417	0.0417	0	0	0
2	0	0.0417	0.0625	0	0	0.0625	0.0417	0
3	0	0.0625	0	0	0	0	0.0625	0
4	0.0417	0	0	0	0	0	0	0.0417
5	0.0417	0	0	0	0	0	0	0.0417
6	0	0.0625	0	0	0	0	0.0625	0
7	0	0.0417	0.0625	0	0	0.0625	0.0417	0
8	0	0	0	0.0417	0.0417	0	0	0

[0192] 如图6所示，对于16QAM，“联合最优”点对应的四阶矩 $C_0=1.08$ ；对于64QAM，“联合最优”点对应的四阶矩 $C_0=1.25$ 。举例来说，按照上述方式二，根据感知性能确定星座点的概率区间，选取图6的(b)中“联合最优”点左侧一定范围内的星座点概率。如图6的(b)所示，假设此时选择的左边界点在16QAM下的四阶矩 C_0 等于1.28，即 $C_0=1.28(16QAM)$ ；在64QAM下的四阶矩 C_0 等于1.45，即 $C_0=1.45(64QAM)$ 。该左边界点对应的16QAM星座点的概率如下述表7a所示，或者说表7a示出了 $C_0=1.28$ 时16QAM的星座点概率；该左边界点对应的64QAM星座点的概率如下述表7b所示，或者说表7b示出了 $C_0=1.45$ 时64QAM的星座点概率。示例性的，上述表6a和下述表7a可以组成16QAM下星座整形的星座点概率区间，如下述表8a所示；同理，上述表6b和下述表7b可以组成64QAM下星座整形的星座点概率区间，如下述表8b所示。

[0193] 表7a

	1	2	3	4
1	0.0547	0.0703	0.0703	0.0547
2	0.0703	0.0547	0.0547	0.0703
3	0.0703	0.0547	0.0547	0.0703
4	0.0547	0.0703	0.0703	0.0547

[0194] 表7b

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0225	0.0151	0.0139	0.0137	0.0137	0.0139	0.0151	0.0225
2	0.0151	0.0137	0.0141	0.0147	0.0147	0.0141	0.0137	0.0151
3	0.0139	0.0141	0.0156	0.0169	0.0169	0.0156	0.0141	0.0139
4	0.0137	0.0147	0.0169	0.0214	0.0214	0.0169	0.0147	0.0137
5	0.0137	0.0147	0.0169	0.0214	0.0214	0.0169	0.0147	0.0137
6	0.0139	0.0141	0.0156	0.0169	0.0169	0.0156	0.0141	0.0139
7	0.0151	0.0137	0.0141	0.0147	0.0147	0.0141	0.0137	0.0151
8	0.0225	0.0151	0.0139	0.0137	0.0137	0.0139	0.0151	0.0225

[0195] 表8a

	1	2	3	4
1	0-0.0547	0.0703- 0.1250	0.0703- 0.1250	0-0.0547
2	0.0703- 0.1250	0-0.0547	0-0.0547	0.0703- 0.1250
3	0.0703- 0.1250	0-0.0547	0-0.0547	0.0703- 0.1250
4	0-0.0547	0.0703- 0.1250	0.0703- 0.1250	0-0.0547

[0196] 表8b

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0-0.0225	0-0.0151	0-0.0139	0.0137-0.0417	0.0137-0.0417	0-0.0139	0-0.0151	0-0.0225
2	0-0.0151	0.0137-0.0417	0.0141-0.0625	0-0.0147	0-0.0147	0.0141-0.0625	0.0137-0.0417	0-0.0151
3	0-0.0139	0.0141-0.0625	0-0.0156	0-0.0169	0-0.0169	0-0.0156	0.0141-0.0625	0-0.0139
4	0.0137-0.0417	0-0.0147	0-0.0169	0-0.0214	0-0.0214	0-0.0169	0-0.0147	0.0137-0.0417
5	0.0137-0.0417	0-0.0147	0-0.0169	0-0.0214	0-0.0214	0-0.0169	0-0.0147	0.0137-0.0417
6	0-0.0139	0.0141-0.0625	0-0.0156	0-0.0169	0-0.0169	0-0.0156	0.0141-0.0625	0-0.0139
7	0-0.0151	0.0137-0.0417	0.0141-0.0625	0-0.0147	0-0.0147	0.0141-0.0625	0.0137-0.0417	0-0.0151
8	0-0.0225	0-0.0151	0-0.0139	0-0.0137	0-0.0137	0-0.0139	0-0.0151	0-0.0225

[0197] 可以理解，上述表1至表8b所示的概率值或概率区间均是示例，本申请实施例不限制星座整形的各星座点的具体概率值，在实际应用中，只需要收发双方(或者说通信双方，再或者说数据发送方和数据接收方)对星座整形的各星座点的概率值达成一致即可。

[0198] 一种可能的实现方式中，本申请实施例可以在标准协议中预定义不同调制阶数的QAM与其对应的各个星座点的概率区间。

[0199] 一种可能的实现方式中，通信装置可以先确定QAM的调制阶数M，再可以获取该调制阶数M(或者M-QAM)下星座整形的各星座点的概率。其中，星座整形的各星座点的概率可以是标准协议预定义的或者基于标准协议预定义的概率区间确定的，或者预配置的，或者从其他通信装置获得的，本申请实施例不做限制。可以理解，QAM的调制阶数M可以是正整数，如M为4、或8、或16、或64、或256等。举例来说，通信装置(发送端)可以根据自身的通信需求和/或信道环境，确定QAM的调制阶数M；再可以根据该调制阶数M选择对应的星座点概率分布 P_A (即各星座点的概率)，或者可以从该调制阶数M对应的各星座点的概率区间确定各星座点的概率值。可以理解，为了使接收端能够正确解调获得通信的数据，发送端和接收端需要对齐QAM的调制阶数M和星座整形的各个星座点的概率。示例性的，收发两端对齐QAM调制阶数M和星座整形的各个星座点概

率的方式，可以参见下文实施例的描述，这里不详述。其中，本申请实施例的星座点概率分布 P_A 中星座点的数量 R 等于QAM的调制阶数 M 。

- [0200] S102，根据该星座点概率分布 P_A ，利用恒定成分分布匹配器对二进制比特流进行编码，获得多个长度相等的比特序列。
- [0201] S103，将该多个长度相等的比特序列按位组合后与该种调制方式下的星座点一一映射，获得星座整形后的星座(或波形)。
- [0202] 一种可能的实现方式中，通信装置可以根据调制阶数 M 确定星座点数量(以16QAM为例， M 等于16， R 也等于16)，再可以将星座整形的各星座点概率(如上述表1)中分母的最小公倍数 m 作为恒定成分分布匹配器(constant composition distribution matching, CCDDM)的输出长度，并可以将每个星座点概率的分子作为这个星座点在长度为 m 的输出序列中出现的次数。经此输出的星座中每个星座点的概率均符合通信性能和感知性能的Trade-off后的星座点概率分布 P_A 。以16QAM为例，经过上述过程输出的星座中各个星座点的概率符合上述表1中相应星座点的概率值。然后，通信装置可以计算组合数 $K = C_m^{s_1} C_{m-s_1}^{s_2} \dots C_{s_R}^{s_R}$ 作为输出序列的最大种类数。其中， s_1 表示星座点概率分布 P_A (以16QAM为例，如上述表1)中第1个星座点概率的分子， s_2 表示星座点概率分布 P_A (以16QAM为例，如上述表1)中第2个星座点概率的分子，以此类推， s_R 表示星座点概率分布 P_A (以16QAM为例，如上述表1)中第 R 个星座点概率的分子。由于输入为随机二进制序列，通信装置还可以计算输入序列数 $k = \text{floor}(\log_2 K)$ 。其中， $\text{floor}()$ 表示“向下取整”，下文不再赘述。
- [0203] 另一种可能的实现方式中，通信装置可以根据调制阶数 M 确定星座点数量(以16QAM为例， M 等于16， R 也等于16)，再可以将星座整形的各星座点的概率值(如上述表1)做近似，使其具有相同的分母 m (如 $m = 2^{(\sqrt{M}+2)}$)。同样地， m 作为CCDDM的输出长度，每个星座点概率的分子代表这个星座点在长度为 m 的输出序列中出现的次数。经此输出的星座中每个星座点的概率是通信性能和感知性能的Trade-off后星座点概率的近似值，两者的概率分布基本一致。以16QAM为例，经过上述过程输出的星座中各个星座点的概率与上述表1中相应星座点的概率值近似，且两者的概率分布基本一致。然后，通信装置可以计算组合数 $K = C_m^{s_1} C_{m-s_1}^{s_2} \dots C_{s_R}^{s_R}$ 作为输出序列的最大种类数。其中， s_1 表示星座点概率分布 P_A (以16QAM为例，如上述

表1)中第1个星座点概率做近似后的分子, s_2 表示星座点概率分布 P_A (以16QAM为例, 如上述表1)中第2个星座点概率做近似后的分子, 以此类推, s_R 表示星座点概率分布 P_A (以16QAM为例, 如上述表1)中第R个星座点概率做近似后的分子。由于输入为随机二进制序列, 通信装置还可以计算输入序列数 $k = \text{floor}(\log_2 K)$ 。

[0204] 举例来说, 参见图8, 图8是本申请实施例提供的16QAM星座整形的一种可能示意图。以上述表1所示的星座点概率分布 P_A 为例, 如图8的步骤1所示, 上述表1中分母的最小公倍数 m 为64, 也即CCDM的输出长度 $m=64$, 上述表1中各个星座点概率的分子 $\{s_1, s_2, \dots, s_R\} = \{1, 7, \dots, 7, 1\}$ 。可以理解, 16QAM下每个星座符号可以用4比特表示, 分别记为 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 。一种可能的实现方式中, 通信装置可以将每个星座符号的比特数确定为CCDM并行数, 并可以分别计算每个比特位在输出序列中为“0”的概率, 以16QAM为例, 可以分别计算 B_1 位、 B_2 位、 B_3 位、以及 B_4 位在输出序列中为“0”的概率。由于概率的分母为输出序列的长度 m , 所以分子分别代表不同比特位在输出序列中为“0”的个数, 记为 n_1 、 n_2 、 n_3 以及 n_4 。其中, n_i 等于所有星座点的 B_i 位乘以相应星座点的概率分子 $\{s_1, s_2, \dots, s_R\}$ 的总和, 即。例如: 如图8所示, $n_1 = 0 \times 1 + 0 \times 7 + \dots + 1 \times 7 + 1 \times 1$, $n_2 = 0 \times 1 + 1 \times 7 + \dots + 0 \times 7 + 1 \times 1$ 。

[0205] 如图8的步骤2所示, P_{B_1} 表示 B_1 位在长度为 m 个比特的输出序列中为“1”的概率 $\frac{n_1}{m}$, 和为“0”的概率 $(\frac{m-n_1}{m})$; P_{B_2} 表示 B_2 位在长度为 m 个比特的输出序列中为“1”的概率 $\frac{n_2}{m}$, 和为“0”的概率 $(\frac{m-n_2}{m})$; 以此类推, P_{B_4} 表示 B_4 位在长度为 m 个比特的输出序列中为“1”的概率 $\frac{n_4}{m}$, 和为“0”的概率 $(\frac{m-n_4}{m})$ 。

[0206] 然后, 通信装置可以计算每个并行CCDM的输入长度, 记为 k_1 、 k_2 、 k_3 、以及 k_4 , 并且满足 $k = k_1 + k_2 + k_3 + k_4$ 。如图8的步骤3所示, $k_i = \text{floor}(\log_2 K_i)$, $K_i = C_m^{(m-n_i)} \times C_{n_i}^{n_i}$ 。如图8的步骤4所示, 每个并行的CCDM将输入长度为 k_i 的二进制序列编码为长度为 m 的二进制序列, 至此星座整形结束。参见图9, 图9是本申请实施例提供的CCDM编码的示意图。如图9所示, CCDM在概率 P_{B_i} 控制下把输入长度为 k_i 的二进制序列编码为长度为 m 的二进制序列。其中, P_{B_i} 包括 p_0 和 p_1 , p_0 表

示 B_i 位在长度为 m 个比特的输出序列中为“0”的概率， p_i 表示 B_i 位在长度为 m 个比特的输出序列中为“1”的概率。

- [0207] 一种可能的实现方式中，星座整形后，通信装置可以将每个并行的CCDM输出的比特序列按位组合，并将组合结果与星座点一一映射，如图8所示，生成的序列中各星座点的分布与图8步骤1中的概率分布一致。通过图8所示的过程可以获得优化后(或者说星座整形后)的星座(或波形)。
- [0208] 参见图10，图10是本申请实施例提供的期望获得的星座图和星座整形后得到的星座图。期望获得的星座图可以通过联合优化QAM信号幅度的四阶矩和通信可达速率获得的通信性能和感知性能权衡后的QAM星座图，它可以理解为一个理论图。而星座整形获得的QAM星座图可以理解为以期望的QAM星座图为目标，经过一系列处理(即星座整形，如上述图8所示的步骤)后实际获得的QAM星座图。由图10的(a)和(b)可知，16QAM下期望获得的星座图与星座整形后得到的星座图一致；由图10的(c)和(d)可知，64QAM下期望获得的星座图与星座整形后得到的星座图也一致。图10中星座点的颜色越深，其概率值越小。
- [0209] 一种可能的实现方式中，通信装置(发送端)获得星座整形后的星座(或波形)之后，可以对该星座(或波形)进行后续处理(如前述图4a所示)，然后通过模拟和射频发射出去。接收端通过数字和射频模块接收基带信号后，通过各种处理(如前述图4b所示)获得调制符号序列，对于感知任务，利用接收到的调制符号序列和发送端发送的调制符号序列共同完成；对于通信任务，根据星座整形的各星座点的概率值对接收到的调制符号序列进行星座整形解匹配，以获得二进制比特序列。可以理解，接收端的星座整形解匹配，是发送端星座整形的逆过程，本申请不详述。
- [0210] 本申请实施例针对某种非恒模(或者说非恒包络)的调制信号，通过对通信性能与感知性能的联合优化获得一种特定的星座点概率分布，该星座点概率分布是通信性能和感知性能间的一种权衡，且对于同一调制方式，优化后的星座点数与优化前的星座点数保持一致，但不同幅度的星座点的概率不同。或者说，本申请实施例联合优化得到的星座保留了原星座中的所有星座点，但星座点的概率不完全相同。可以理解，原星座中星座点为均匀分布，优化得到的星座中星

星座点为特定分布(非均匀分布)。本申请实施例通过并行的CCDM对二进制序列进行星座整形,从而得到一个新的星座(或波形),该星座的概率分布与联合优化获得的星座点概率分布一致。因此,在ISAC系统中利用该星座(或波形)同时进行通信与感知时,可以在兼顾通信性能的同时,提升感知性能。

[0211] 参见图11,图11是本申请实施例提供的另一种可能的星座整形方法的流程示意图。如图11所示,该星座整形方法包括但不限于以下步骤:

[0212] S201,获得某种调制方式下星座整形的星座点概率分布 P_A ,该星座点概率分布 P_A 中各星座点的概率相同,且该星座点概率分布 P_A 中星座点的数量 R 小于该种调制方式的调制阶数 M 。

[0213] 一种可能的实现方式中,本申请实施例对于非恒包络(或者说非恒模)的QAM信号(比如16QAM和64QAM),根据通信和感知的性能需求,通过联合优化QAM信号幅度的范围(影响感知性能)和星座点数量(影响通信性能),保留满足该条件(如QAM信号幅度在一定范围)星座点,且保留下来的星座点服从等概率分布,不满足条件的星座点的概率均为零,从而获得通信性能与感知性能之间的权衡/折中(Trade-off)以及该权衡/折中(Trade-off)下对应的星座点概率分布 P_A ,即每个星座点的概率值。与前述图5所示实施例的不同之处包括:本申请实施例优化后的星座点概率分布 P_A 中存在多个概率为0的星座点。一种可能的实现方式中,如果将概率为0的星座点理解为不存在,那么对于同一调制阶数的QAM,本申请实施例优化后的星座点数量与优化前的星座点数量不一致。可以理解,对于同一调制阶数的QAM,本申请实施例优化前各星座点的概率相等,优化后各星座点的概率仍然相等;但优化前和优化后星座点的概率不相等,且优化后的星座点数量 R (指优化后概率不为0的星座点数量)少于优化前的星座点数量 2^M 。还可以理解,对于不同调制阶数的QAM,通过联合优化QAM信号幅度的范围(影响感知性能)和星座点数量(影响通信性能),可以获得不同的星座点概率分布 P_A 。

[0214] 一种可能的实现方式中,本申请实施例可以在标准协议中预定义不同调制阶数的QAM与其对应的星座点概率分布 P_A ,即每个星座点的概率值(不为0)。可以理解,由于本申请实施例优化后的各星座点概率相等,所以本申请实施例可以在标准协议中预定义不同调制阶数的QAM与其对应的一个星座点的概率值。可选

的，本申请实施例还可以在标准协议中预定义不同调制阶数的QAM与其对应的星座点数量 R (指优化后的星座点数量)和这 R 个星座点的位置。

[0215] 举例来说，以16QAM为例，根据通信和感知的性能需求，联合优化16QAM信号幅度的范围(影响感知性能)和星座点数量(影响通信性能)，可以获得通信性能和感知性能权衡/折中(Trade-off)下的星座点概率分布 P_A ，如下述表9所示。本申请实施例为便于理解优化后获得的星座点概率与优化前星座点概率的区别，在表9中示出了概率为0的星座点。其中，表9中概率为0的星座点可以理解为不存在。

[0216] 表9

	1	2	3	4
1	0	0.1250	0.1250	0
2	0.1250	0	0	0.1250
3	0.1250	0	0	0.1250
4	0	0.1250	0.1250	0

[0217] 一种可能的实现方式中，通信装置可以先确定QAM的调制阶数 M ，还可以基于该调制阶数 M 确定星座点数量 R ，再可以获取该调制阶数 M (或者 M -QAM)下星座整形的一个或多个星座点的概率。其中，星座整形的一个或多个星座点的概率，和/或星座点数量 R 可以是标准协议预定义的，或者预配置的，或者从其他通信装置获得的，本申请实施例不做限制。星座整形的 R 个星座点的位置也可以是标准协议预定义的，或者预配置的，或者从其他通信装置获得的，本申请实施例不做限制。举例来说，通信装置(发送端)可以根据自身的通信需求和/或信道环境，确定QAM的调制阶数 M ；再可以根据该调制阶数 M 选择对应的星座点概率(指一个星座点的概率值)或星座点概率分布 P_A (如各星座点的概率)。示例性的，通信装置(发送端)还可以基于该调制阶数 M 确定星座点数量 R 和这 R 个星座点的位置。可以理解，为了使接收端能够正确解调获得通信的数据，发送端和接收端需要对齐QAM的调制阶数 M 和星座整形的 R 个星座点的概率。示例性的，收发两端对齐QAM调制阶数 M 和星座整形的 R 个星座点概率的方式，可以参见下文实施例的描述，这里不详述。其中，本申请实施例的星座点概率分布 P_A 中星座点的数量 R 小于QAM的调制阶数 M 。

- [0218] 本申请实施例中R个星座点的位置可以理解为此R个星座点在M个星座点中的位置，或者说，这R个星座点在优化前的星座图中的位置。
- [0219] S202，根据该星座点概率分布 P_A ，利用恒定成分分布匹配器对二进制比特流进行编码，获得符号序列。
- [0220] S203，将该符号序列与该种调制方式下的星座点一一映射，获得星座整形后的星座(或波形)。
- [0221] 一种可能的实现方式中，通信装置可以根据调制阶数M确定星座点数量R(以16QAM为例，M等于16，R等于8)，再可以将星座整形的各星座点概率(如上述表9)中分母的最小公倍数m作为CCDM的输出长度，并可以将每个星座点概率的分子作为这个星座点在长度为m的输出序列中出现的次数。该输出序列为符号序列，而不再是比特序列。那么此时，CCDM的输入长度就为m个比特。
- [0222] 举例来说，参见图12，图12是本申请实施例提供的16QAM星座整形的另一种可能示意图。以上述表9所示的星座点概率分布 P_A (只考虑概率不为0的星座点)为例，如图12的步骤1-2所示，上述表9中分母的最小公倍数m为8，也即CCDM的输出长度为8个符号(symbols)，输入长度为8个比特(bits)；上述表9中各个星座点概率的分子 $\{s_1, s_2, \dots, s_8\} = \{1, 1, \dots, 1, 1\}$ 。
- [0223] 然后，通信装置可以根据星座整形的各星座点概率(即星座点概率分布 P_A)、每个星座点在长度为m的输出序列中出现的次数、CCDM的输入长度、以及CCDM的输出长度，利用CCDM对二进制序列进行编码，如图12的步骤3所示。示例性的，CCDM每次读取长度为m的比特序列进行编码，并对应输出长度为m的符号序列，至此星座整形结束。其中，该符号序列中符号的种类数为非零概率的星座点数R(如16QAM， $R=8$)，且每种符号在该符号序列中出现的次数为 $\{s_1, s_2, \dots, s_R\}$ 。
- [0224] 一种可能的实现方式中，通信装置可以根据原星座中的星座映射，将CCDM输出的符号序列分别映射到对应的星座点，如图12所示，从而获得优化后(或者说星座整形后)的星座(或波形)。如图12所示，本申请实施例星座整形后的星座包含原星座中的8个星座点，分别是：0111，1011，0010，1110，0001，1101，0100，1000；而原星座中的另外8个星座点(0011，1111，0110，1010，0101，1001，

0000, 1100)被舍弃。可以理解, 经过上述过程获得的星座中每个星座点的概率均符合本申请实施例通信性能和感知性能Trade-off后的星座点概率分布 P_A 。以16QAM为例, 经过上述图12所示过程获得的星座中各个星座点的概率符合上述表9中相应星座点的概率值。

[0225] 参见图13, 图13是本申请实施例提供的期望获得的16QAM星座图和星座整形获得的16QAM星座图。如图13所示, 期望获得的16QAM星座图可以是: 通过联合优化16QAM信号幅度的范围(影响感知性能)和星座点数量(影响通信性能), 获得的通信性能和感知性能权衡后的16QAM星座图, 它可以理解为一个理论图。而星座整形获得的16QAM星座图可以理解为以期望的16QAM星座图为目标, 经过一系列处理(即星座整形, 如上述图12所示的步骤)后实际获得的16QAM星座图。由图13可知, 星座整形后的星座图与期望获得的星座图保持一致, 两者相同或近似。图13中星座点的颜色越深, 其概率值越小。

[0226] 一种可能的实现方式中, 通信装置(发送端)获得星座整形后的星座(或波形)之后, 可以对该星座(或波形)进行后续处理(如前述图4a所示), 然后通过模拟和射频发射出去。接收端通过数字和射频模块接收基带信号后, 通过各种处理(如前述图4b所示)获得调制符号序列。对于感知任务, 利用接收到的调制符号序列和发送端发送的调制符号序列共同完成; 对于通信任务, 根据星座整形的各星座点的概率值对接收到的调制符号序列进行星座整形解匹配, 以获得二进制比特序列。可以理解, 接收端的星座整形解匹配, 是发送端星座整形的逆过程, 本申请不详述。

[0227] 本申请实施例通过对通信性能与感知性能的联合优化获得一种特定的星座点概率分布, 该星座点概率分布是通信性能和感知性能之间的一种权衡, 且对于同一调制方式, 优化后的星座点数少于优化前的星座点数, 但优化后星座点的概率相等。或者说, 本申请实施例联合优化得到的星座保留了原星座中的部分星座点, 剩余星座点被舍弃; 且优化后的星座中星座点服从特定分布。本申请实施例通过CCDM对二进制序列进行星座整形, 从而得到一个新的星座(或波形), 该星座的概率分布与联合优化获得的星座点概率分布一致。因此, 在ISAC系统

中利用该星座(或波形)同时进行通信与感知时,可以在兼顾通信性能的同时,提升感知性能。

[0228] 为更好地理解前述图5和前述图11所示的星座整形方法,下面通过一个简化流程图来说明。

[0229] 示例性的,参见图14,图14是本申请实施例提供的一种星座整形方法的简化流程图示意图。如图14的步骤1所示,确定调制方式M-QAM,联合优化M-QAM星座概率加权后的四阶距和通信可达速率,获得通信性能与感知性能权衡/折中(Trade-off)下的星座点概率分布 P_A ;再确定CCDM的输出长度m和各星座点在长度为m的输出序列中出现的次数 $\{s_1, s_2, \dots, s_R\}$ 。然后再根据优化后的星座点数与原星座点数是否一致(或相同)来判断执行步骤2-1,还是步骤2-2。

[0230] 如图14所示,当优化后的星座点数与原星座点数一致(或相同)时,执行步骤2-1:确定CCDM的并行数N(等于M),并计算每个星座符号的各比特位($B_1, B_2, \dots, B_M$)在输出序列中为“0”的概率: $\{\frac{m-n_1}{m}, \frac{m-n_2}{m}, \dots, \frac{m-n_M}{m}\}$ 。然后执行步骤3-1,计算每个并行的CCDM的输入长度: $k_i = \text{floor}(\log_2 K_i)$, $K_i = C_m^{(m-n_i)} \times C_{n_i}^{n_i}$ 。最后执行步骤4-1,基于步骤2-1和步骤3-1获得的结果,每个并行的CCDM将输入长度为 k_i 的随机二进制序列(如均匀分布)进行编码,输出长度为m的二进制序列;再将N(=M)个并行CCDM输出的二进制序列按位(即 $B_1, B_2, \dots, B_M$)组合,并与星座点一一映射,得到符合图14步骤1的星座点概率分布 P_A 的符号序列。可以理解,这一步(即步骤4-1)获得的符号序列即为优化后的星座(波形)。将优化后的波形(或星座)用于ISAC系统,可以同时实现通信与感知的功能,提升感知性能。

[0231] 如图14所示,当优化后的星座点数与原星座点数不一致(或不相同)时,执行步骤2-2:确定CCDM的输入长度m个比特,和输出长度m个符号。然后执行步骤3-2,基于步骤1的星座点概率分布 P_A 和步骤2-2获得的输入长度(m个比特),利用CCDM对随机二进制序列(如均匀分布)进行编码,输出长度为m的符号序列;再将CCDM输出的符号序列与对应的星座点一一映射,得到的概率分布为:

$$P_A = \left\{ \frac{s_1}{m}, \frac{s_2}{m}, \dots, \frac{s_R}{m} \right\}。$$

- [0232] 其中，图14的步骤2-1、步骤3-1以及步骤4-1的具体实现可以参见前述图5所示实施例的相关描述(如前述图8)，图14的步骤2-2和步骤3-2的具体实现可以参见前述图11所示实施例的相关描述(如前述图12)，这里不赘述。
- [0233] 可以理解，图14仅是为便于理解的一个简单示例，不代表星座整形的实际执行步骤。本申请实施例的星座整形可以包括图14中的部分步骤。
- [0234] 一种可能的实现方式中，本申请实施例可以预先联合优化不同调制方式下的QAM信号幅度的四阶矩和通信可达速率，获得不同调制方式在通信性能与感知性能权衡/折中(Trade-off)时的星座点概率分布 P_A 。在后续的星座整形过程中，可以基于QAM的调制阶数 M 使用相应的星座点概率分布 P_A ，无需每次都先联合优化以获得星座点概率分布，再进行星座整形。换句话说，上述图14的步骤1中，“联合优化 M -QAM星座概率加权后的四阶矩和通信可达速率，获得通信性能与感知性能权衡/折中(Trade-off)下的星座点概率分布 P_A ”可以无需每次都执行。
- [0235] 上述内容阐述了星座整形的几种可能实现方式。为了支持发送端的星座整形和接收端的星座整形解匹配，本申请还提供一种通信方法，不仅可以支持通信和感知同时进行(或者说支持通信感知一体化)，还可以在兼顾通信性能的同时提升感知性能。
- [0236] 一种可能的实现方式中，本申请实施例提供的通信方法可以单独实施，也可以与前述图5或图11所示的星座整形方法结合实施，本申请不做限定。换句话说，本申请实施例提供的通信方法既可以应用于前述图5或图11所示的星座整形方法中，还可以应用于其他星座整形方案中。再换句话说，本申请实施例提供的通信方法可以不与前述图5和图11提供的星座整形方法绑定。
- [0237] 参见图15，图15是本申请实施例提供的通信方法的一种流程示意图。该方法可以应用于Wi-Fi通信与感知同时进行的场景，也可以应用于蜂窝通信与感知同时进行的场景；简言之，该方法可以应用于ISAC系统，可以用来支持通信装置实现星座整形功能。该方法主要介绍第一通信装置和第二通信装置通过单独的指令交互来对齐星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0238] 如图15所示，该通信方法包括但不限于以下步骤：

- [0239] S301, 第一通信装置生成消息A, 该消息A包括第一信息, 该第一信息用于指示星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0240] S302, 第一通信装置发送该消息A。相应的, 第二通信装置接收该消息A。
- [0241] S303, 第二通信装置处理该消息A, 获得该星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0242] 一种可能的实现方式中, 上述消息A既可以是Wi-Fi通信系统中的介质接入控制(media access control, MAC)帧, 如新定义的星座整形请求(Constellations Shaping Request)帧、或现有感知测量请求(Sensing Measurement Request)帧等; 也可以是蜂窝通信系统中的信令, 如无线资源控制(radio resource control, RRC)消息、下行控制信息(downlink control information, DCI)、或上行控制信息(uplink control information, UCI)等。该消息A中可以包括第一信息, 该第一信息可以用于指示(一种或多种调制方式下)星座整形的一个或多个星座点的概率。示例性的, 该星座整形的多个星座点可以属于同一个星座图。示例性的, 该星座整形的一个或多个星座点的概率是预定义的, 例如前述表1、表2或表9所示的概率; 或者该星座整形的一个或多个星座点的概率基于预定义的概率区间确定的, 例如前述表5a、表5b、表8a或表8b所示的概率区间。或者, 该第一信息可以用于指示算法、公式、或参数等, 该算法、公式、或参数可以用于确定(或计算)星座整形的一个或多个星座点概率。第一通信装置生成并发送消息A, 第二通信装置接收该消息A, 并对该消息A进行处理(如解析), 获得星座整形的一个或多个星座点的概率。示例性的, 星座整形的这些星座点对应的波形可以同时用于传输数据和感知测量。
- [0243] 本申请实施例中的调制方式可以包括但不限于QAM, 且本申请中的QAM包括均匀星座和非均匀星座(non-uniform Constellation, NUC)两类。本申请中不同调制阶数的QAM可以理解为不同的调制方式, 比如16QAM和64QAM可以理解为两种不同的调制方式。
- [0244] 一种可能的实现方式中, 上述消息A还可以包括第二信息, 该第二信息可以用于指示一种或多种调制方式。示例性的, 上述第一信息可以具体用于指示这一种或多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。举例来说, 假设第

二信息指示多种调制方式，第一信息可以分别指示这多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率；或者，消息A中包括多个第一信息，一个第一信息可以指示其中一种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率，这多个第一信息就可以指示这多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。可以理解，如果上述消息A不包括第二信息，上述第一信息可以指示某种约定的调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。这里，“约定的调制方式”可以是标准协议预定义的，也可以是第一通信装置与第二通信装置提前约定或协商确定的，还可以是预配置的，等等，本申请实施例不做限定。

[0245] 一种可能的实现方式中，对于一种调制方式，星座整形的各星座点的概率相等，如前述图11所示步骤201获得的星座点概率分布 P_A 。此种实现方式下，上述第一信息可以指示(一种或多种调制方式下)星座整形的一个星座点的概率，也可以指示(一种或多种调制方式下)星座整形的多个星座点的概率(这多个星座点的概率相等，且这多个星座点属于同一个星座图)，本申请实施例不做限定。另一种可能的实现方式中，对于一种调制方式，星座整形的星座点中存在概率不相等的星座点，或者说，星座整形的至少两个星座点的概率不等，如前述图5所示步骤101获得的星座点概率分布 P_A 。此种实现方式下，上述第一信息可以指示(一种或多种调制方式下)星座整形的多个星座点(且这多个星座点属于同一个星座图)的概率。

[0246] 一种可能的实现方式中，上述消息A可以用于请求开启星座整形功能。另一种可能的实现方式中，在第一通信装置发送消息A之前，第一通信装置发送消息B，或者第一通信装置接收来自第二通信装置的消息B，该消息B可以用于请求开启星座整形功能。示例性的，消息B可以是Wi-Fi通信系统中的帧，或者可以是蜂窝通信系统中的信令(如RRC消息)，本申请实施例不做限制。

[0247] 一种可能的实现方式中，在上述消息A用于请求开启星座整形功能的情况下，第二通信装置接收到该消息A后，可以向第一通信装置发送消息C(即第二消息)。该消息C可以包括第六信息，该第六信息可以用于指示第二通信装置是否同意开启星座整形功能。当然，当上述消息A用于请求开启星座整形功能时，第二通信装置接收到该消息A后，也可以不回复用于表示是否同意开启星座整形功

能的消息，而是默认同意开启星座整形功能。可以理解，本申请实施例主要关注同意开启星座整形功能的情况。

[0248] 另一种可能的实现方式中，在第一通信装置发送消息B，用于请求开启星座整形功能的情况下，第二通信装置接收到该消息B后，可以向第一通信装置发送消息C(即第二消息)。该消息C可以包括第六信息，该第六信息可以用于指示第二通信装置是否同意开启星座整形功能。当然，第二通信装置接收到该消息B后，也可以不回复消息C，而是默认同意开启星座整形功能。或者，在第二通信装置发送消息B，用于请求开启星座整形功能的情况下，第一通信装置接收到该消息B后，可以向第二通信装置返回消息A，隐式或显示表示同意开启星座整形功能。当然，第一通信装置还可以向第二通信装置返回另一消息，表示同意开启星座整形功能，然后再向第二通信装置发送消息A。

[0249] 本申请各实施例所述“开启星座整形功能”可以理解为：在通信系统(如蜂窝通信系统或Wi-Fi通信系统)的发送端增加星座整形环节，如前述图4a所示；且在该通信系统的接收端增加星座整形解匹配环节，如前述图4b所示。相应的，本申请各实施例所述“关闭星座整形功能”可以理解为：在通信系统(如蜂窝通信系统或Wi-Fi通信系统)的发送端关闭星座整形环节，且在该通信系统的接收端关闭星座整形解匹配环节。

[0250] 一种可能的实现方式中，上述消息A还可以包括以下一项或多项：第三信息，第四信息，或第五信息。其中，第三信息可以用于指示开启星座整形功能。第四信息可以用于指示开启星座整形功能的持续时间。第五信息可以用于指示使用星座整形功能的物理层协议数据单元(physical layer protocol data unit, PPDU)数。另一种可能的实现方式中，上述消息A包括第一信息，可选的包括第二信息；上述消息B可以包括以下一项或多项：第三信息，第四信息，或第五信息。本申请实施例不限制第二信息、第三信息、第四信息、第五信息具体携带在消息A还是消息B中。

[0251] 一种可能的实现方式中，上述消息A(或消息B)也可以不包括第四信息和/或第五信息，而是预定义星座整形功能的持续时间(如100毫秒，或1秒，或5分钟等)，和/或预定义使用星座整形功能的PPDU数。另一种可能的实现方式中，第

一通信装置和/或第二通信装置也可以通过消息D(即第三消息)来关闭星座整形功能,从而可以不用约束星座整形功能的持续时间和使用星座整形功能的PPDU数。举例来说,在利用通信数据完成感知任务后或者通信装置有更高优先级的通信业务需要保障时,第一通信装置或第二通信装置可以发送消息D,该消息D可以用于关闭星座整形功能。本申请实施例不限制发送消息D的时机/场景,这里仅是示例,第一通信装置或第二通信装置可以根据其内部策略决定发送消息D的时机。

[0252] 当然,在上述消息A(或消息B)包括第四信息和/或第五信息的情况下,也可以通过消息D来(提前)关闭星座整形功能。同理,在预定义星座整形功能的持续时间,和/或预定义使用星座整形功能的PPDU数的情况下,也可以通过消息D来(提前)关闭星座整形功能。本申请实施例对此不做限制。

[0253] 又一种可能的实现方式中,在上述消息A(或消息B)没有包括第四信息和第五信息的情况下,也可以通过在后续发送的消息(即第四消息)中携带指示信息,来指示这个消息(即第四消息)是否经过星座整形。或者可以通过后续发送的消息(即第四消息)所使用的调制方式是否是QAM(即第一调制方式),来确定这个消息(即第四消息)是否经过星座整形。举例来说,以消息A是Wi-Fi通信系统中的帧为例,在第二通信装置接收到该消息A后,第一通信装置或第二通信装置可以发送PPDU,可以利用该PPDU的物理层(physical layer, PHY)头(PHY Header)来携带指示信息,用于指示该PPDU(或该PPDU的物理层负载(PHY payload))是否经过星座整形。或者,可以基于该PPDU携带调制与编码策略(modulation and coding scheme, MCS)确定该PPDU(或该PPDU的PHY payload)是否经过星座整形。例如:当该PPDU携带的MCS指示的调制方式是第一调制方式(如QAM)时,表示该PPDU(或该PPDU的PHY payload)经过了星座整形。可以理解,此种实现方式仍然可以通过消息D(即第三消息)来关闭星座整形功能;当然,也可以无需关闭星座整形功能的操作;本申请实施例不做限制。

[0254] 下面举例说明上述部分或全部消息(如消息A、消息B、消息C、或消息D)在不同通信系统(如Wi-Fi通信系统和蜂窝通信系统)中的实现方式。

[0255] 实现方式1: 上述部分或全部消息是Wi-Fi通信系统中的帧

- [0256] 实现方式1.1：上述消息A可以是新定义的帧，如星座整形请求(Constellations Shaping Request)帧，可以用于请求或指示开启星座整形功能。当然，该新定义的帧也可以有其他名称，比如概率整形帧、星座概率指示帧等。本申请实施例不对该新定义的帧的名称进行限定。
- [0257] 举例来说，参见图16，图16是本申请实施例提供的星座整形请求帧的帧格式示意图。如图16所示，该星座整形请求帧的功能域(Constellations Shaping Request Action field)可以包括但不限于：QAM星座概率(Probability of QAM Constellations)字段(即第一信息)。可选的，该星座整形请求帧的功能域还包括但不限于以下一项或多项：QAM指示(QAM Indication)字段(即第二信息)、星座整形存在(Constellations Shaping Presence)字段(即第三信息)、持续时间(Duration)字段(即第四信息)、或PPDU数量(Number of PPDU)字段(即第五信息)。其中，星座整形存在字段可以用于指示是否开启星座整形功能。示例性的，当星座整形存在字段为第一值时，表示开启星座整形功能；当星座整形存在字段为第二值时，表示预留。可以理解，在星座整形请求帧中包括星座整形存在字段的情况下，本申请实施例的星座整形存在字段为第一值，表示开启星座整形功能。持续时间字段(即第四信息)可以用于指示开启星座整形功能的持续时间。可以理解，在该持续时间到期后，该星座整形功能可以自动关闭。PPDU数量字段(即第五信息)可以用于指示后续使用星座整形功能的PPDU数量。可以理解，在发送完相同数量的PPDU后，该星座整形功能可以自动关闭。QAM指示字段(即第二信息)可以用于指示后续PPDU使用的QAM调制阶数(或调制方式)，或者可以用于指示一个或多个调制阶数(或者说，一种或多种调制方式)。QAM指示字段指示的调制阶数(或调制方式)与后面的QAM星座概率字段对应。
- [0258] QAM星座概率字段(即第一信息)可以用于指示(一种或多种调制方式下)星座整形的一个或多个星座点的概率。示例性的，这多个星座点属于同一个星座图。示例性的，星座整形请求帧中QAM星座概率字段的个数与QAM指示字段所指示的调制阶数相同。其中一个QAM星座概率字段可以用于指示一种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。当然，一个QAM星座概率字段也可以用于指示多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率，此时星座整形请求

帧中QAM星座概率字段的个数与QAM指示字段所指示的调制阶数不同。举例来说，可以在QAM星座概率字段中将多个星座点的概率(如前述表1，或表2，或表9等)按照一定规律排列，这些概率与星座整形的星座点一一对应，从而表示星座整形的每个星座点的概率。换句话说，可以在QAM星座概率字段中携带(一个或多个)概率值来表示星座整形的各星座点的概率。

[0259] 一种可能的实现方式中，可以将不同调制阶数的QAM与其对应的星座整形的星座点概率标准化，每种调制阶数的QAM与其对应的星座点概率分布可以使用一个索引(index)来表示。在进行交互时，通过传输索引就可以完成调制阶数(或者说调制方式)和星座整形的一个或多个星座点概率的指示。举例来说，假设前述表1对应一个索引(如index 1)，表示16QAM下的一种星座点概率分布；前述表2对应另一个索引(如index 2)，表示64QAM下的一种星座点概率分布；前述表9对应又一个索引(如index 3)，表示16QAM下的另一种星座点概率分布。换句话说，在索引值唯一的情况下，上述QAM星座概率字段(即第一信息)可以通过索引值来指示某种调制方式以及这种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。或者说，在索引值唯一的情况下，QAM星座概率字段(即第一信息)可以包括星座整形模式索引，一个星座整形模式索引对应一种调制方式及这种调制方式下星座整形的一组星座点的概率。

[0260] 再举例来说，假设16QAM下有3种星座点概率分布，其索引分别为index 1到index 3；假设64QAM下有4种星座点概率分布，其索引分别为index 1到index 4。换句话说，在索引值不唯一的情况下，可以通过调制阶数和索引值联合确定星座整形的一个或多个星座点的概率。示例性的，上述QAM星座概率字段(即第一信息)可以包括星座整形模式索引，且QAM指示字段(即第二信息)指示调制阶数(或调制方式)，通过QAM星座概率字段(即第一信息)和QAM指示字段(即第二信息)可以确定星座整形的一个或多个星座点的概率。可以理解，一个星座整形模式索引对应(一种调制方式下)星座整形的一组或多组星座点的概率。再示例性的，在索引值不唯一的情况下，星座整形请求帧中也可以不存在QAM指示字段，而QAM星座概率字段可以包括星座整形模式索引和调制阶数(或调制方式)。例如，利用QAM星座概率字段的前n(n是正整数)个比特指示调制阶数(或调

制方式),后面的部分或全部比特表示索引值。换句话说,可以通过QAM星座概率字段(即第一信息)既指示调制阶数(或调制方式),又指示该调制阶数(或调制方式)下星座整形的一个或多个星座点的概率。

- [0261] 本申请实施例将不同调制阶数的QAM与其对应的星座点概率分布都标准化,在需要使用某一种或多种调制方式的星座整形时,通过索引交互,可以减少信令开销(或者说减少QAM星座概率字段(即第一信息)所需的比特数)。
- [0262] 可以理解,图16中各个字段的长度、名称和/或排列顺序仅是示例,本申请实施例不做限制。本申请实施例也不限制上述各个字段的具体指示方式,任意能够指示相应信息的方式都在本申请实施例的保护范围内。
- [0263] 一种可能的实现方式中,第二通信装置收到上述星座整形请求帧后,可以回复一个新定义的帧,如星座整形响应(Constellations Shaping Response)帧,用于表示接收到星座整形请求帧的设备(这里是第二通信装置)是否同意使用/开启星座整形功能。换句话说,上述消息C也可以是新定义的帧,如星座整形响应帧。当然,该新定义的帧也可以有其他名称,比如概率整形响应帧、概率响应帧等。本申请实施例不对该新定义的帧的名称进行限定。
- [0264] 举例来说,参见图17,图17是本申请实施例提供的星座整形响应帧的帧格式示意图。如图17所示,该星座整形响应帧的功能域Constellations Shaping Response Action field)可以包括但不限于:状态码(Status Code)字段(即第六信息)。可选的,该星座整形响应帧的功能域还包括但不限于以下一项或多项:QAM指示(QAM Indication)字段、或QAM星座概率(Probability of QAM Constellations)字段。其中,状态码字段(即第六信息)可以用于表示星座整形请求帧的接收方是否同意使用/开启星座整形功能。例如,状态码字段为第一值时,表示同意使用/开启星座整形功能;状态码字段为第二值时,表示拒绝使用/开启星座整形功能。示例性的,第一值和第二值可以根据实际情况设定,本申请实施例不做限制。
- [0265] 一种可能的实现方式中,当状态码字段表示拒绝使用/开启星座整形功能时,可以在该星座整形响应帧中携带QAM指示字段,用于表示建议/支持的调制阶数(或调制方式);和/或,在该星座整形响应帧中携带QAM星座概率字段,用于表示建议/支持的星座整形的一个或多个星座点的概率。当然,在状态码字段表示

同意使用/开启星座整形功能时，也可以在该星座整形响应帧中携带QAM指示字段和/或QAM星座概率字段。此时，该星座整形响应帧中的QAM指示字段可以是复制星座整形请求帧中的QAM指示字段；该星座整形响应帧中的QAM星座概率字段可以是复制星座整形请求帧中的QAM星座概率字段。

- [0266] 其中，关于QAM指示字段和QAM星座概率字段的含义及可能实现方式，可以参考前述图16中的相关描述，此处不赘述。
- [0267] 可以理解，图17中各个字段的长度、名称和/或排列顺序仅是示例，本申请实施例不做限制。本申请实施例也不限制上述各个字段的具体指示方式，任意能够指示相应信息的方式都在本申请实施例的保护范围内。
- [0268] 一种可能的实现方式中，通过上述星座整形请求帧的交互来开启星座整形功能，该星座整形功能开启后，当第一通信装置或第二通信装置发送的PPDU(即第四消息)所使用的调制方式是第一调制方式(如QAM)时，表示该PPDU使用(或经过)星座整形。相应的，接收该PPDU的一端需要使用星座整形解匹配进行解码。可以理解，PPDU所使用的调制方式可以通过该PPDU的物理层头(PHY header)中的MCS确定，下文不再赘述。示例性的，这里第一通信装置或第二通信装置发送的PPDU(即第四消息)可以既用于通信数据传输又用于感知测量，其可以理解为：该PPDU既参与了传统通信的处理也参与了感知的处理。
- [0269] 另一种可能的实现方式中，星座整形功能开启后，可以通过在第一通信装置或第二通信装置发送的PPDU(即第四消息)中携带指示信息，来指示这个PPDU(即第四消息)是否经过星座整形。示例性的，该指示信息可以位于这个PPDU的物理层头(PHY header)中。例如，该指示信息可以位于PHY header的通用信令(universal signal, U-SIG)字段中，也可以位于高效信令A/高效信令B(high efficient signal A/high efficient signal B, HE-SIG-A/HE-SIG-B)字段，或极高吞吐率信令(extremely high throughput signal, EHT-SIG)字段，或者未来的超高可靠性信令(ultra high reliability signal, UHR-SIG)字段中。举例来说，该指示信息可以为1比特(bit)，当该比特为1时表示该PPDU经过星座整形，当该比特为0时表示该PPDU没有经过星座整形。可以理解，该比特为1时还是为0时表示该PPDU经过星座整形，本申请实施例不做限制。相应的，接收该PPDU的一端收到该PPDU后，基于PH

Y header中的指示信息便可获知该PPDU是否经过星座整形,如经过星座整形,则可以使用星座整形解匹配进行解码。

- [0270] 一种可能的实现方式中,第一通信装置或第二通信装置还可以通过一个新定义的帧,如星座整形终止(Constellations Shaping Termination)帧,来关闭星座整形功能。换句话说,上述消息D也可以是新定义的帧,如星座整形终止帧。当然,该新定义的帧也可以有其他名称,比如概率整形终止帧、概率终止帧等。本申请实施例不对该新定义的帧的名称进行限定。可以理解,第一通信装置和第二通信装置都可以主动发送星座整形终止帧,来关闭星座整形功能,本申请实施例不限制由谁关闭星座整形功能。
- [0271] 本申请实施例通过新定义的帧来交互星座整形的相关信息(如开启、关闭、星座整形的概率、调制方式、持续时间等),其含义清晰,不容易混淆。
- [0272] 实现方式1.2: 上述消息A可以是复用感知协议中的帧,如感知测量请求(Sensing Measurement Request)帧。该感知测量请求帧中可以携带第一信息(如上述QAM星座概率字段),可选的还携带以下一项或多项:第二信息(如上述QAM指示字段)、第三信息(如上述星座整形存在字段)、第四信息(如上述持续时间字段)、或第五信息(如上述PPDU数量字段);具体携带方式本申请实施例不做限制。举例来说,这些信息(如第一信息、第二信息、第三信息、第四信息、或第五信息)可以以一个(子)元素的形式携带在感知测量请求帧中,也可以以其他形式携带在感知测量请求帧中。可以理解,携带上述信息的感知测量请求帧,也可以称为“改进的感知测量请求帧”等,本申请实施例不限制。
- [0273] 一种可能的实现方式中,当感知测量请求帧中携带第一信息(或某一(子)元素,该(子)元素包括第一信息、第二信息、第三信息、第四信息、或第五信息)时,表示该感知测量请求帧除了它原有的协商与感知有关操作参数(比如测量会话标识(measurement session ID, MSID))的功能外,还请求开启星座整形功能。另一种可能的实现方式中,感知测量请求帧中包括第三信息,通过第三信息来指示开启星座整形功能。又一种可能的实现方式中,可以新定义一个帧,用于请求开启星座整形功能。该新定义的帧可以在发送感知测量请求帧之前发送。换句话

说，上述消息B可以是这个新定义的帧。本申请实施例不限制这个新定义的帧的实现方式。

- [0274] 一种可能的实现方式中，上述消息C也可以复用感知协议中的帧，如感知测量响应(Sensing Measurement Response)帧。该感知测量响应帧可以包括第六信息(如上述状态码字段)，用于指示感知测量请求帧的接收方是否同意开启/使用星座整形功能。可以理解，携带第六信息的感知测量响应帧，也可以称为“改进的感知测量响应帧”等，本申请实施例不限制。
- [0275] 一种可能的实现方式中，可以设置一个会话机制，该会话内的所有PPDU都采用星座整形。参考现有感知流程，可以采用标识符(identifier, ID)的方式设置一个星座整形的会话，在该会话内的PPDU进行星座整形，该会话之外的PPDU无需进行星座整形，采用传统方式进行通信。示例性的，通过感知测量请求帧和感知测量响应帧来开启星座整形功能的方式，该星座整形功能开启后，在一个会话内(如MSID对应的会话)的PPDU(该PPDU可以包含数据)都可以使用星座整形功能。换句话说，该星座整形功能开启后，通过空口发送的部分PPDU采用星座整形。
- [0276] 一种可能的实现方式中，星座整形功能开启后，当第一通信装置或第二通信装置在星座整形的会话内发送的PPDU(即第四消息)所使用的调制方式是第一调制方式(如QAM)时，表示该PPDU使用(或经过)星座整形。相应的，接收该PPDU的一端需要使用星座整形解匹配进行解码。
- [0277] 另一种可能的实现方式中，星座整形功能开启后，可以在星座整形的会话内发送的PPDU(即第四消息)中携带指示信息，来指示这个PPDU(即第四消息)是否经过星座整形。其中，关于指示信息的具体实现方式可以参见前文的描述，这里不再赘述。
- [0278] 一种可能的实现方式中，上述消息D也可以复用感知协议中的帧，如感知测量会话终止(Sensing Measurement Session Termination)帧，来关闭星座整形功能。换句话说，感知测量会话终止帧不仅可以用于关闭某个MSID对应的感知测量会话，还可以用于关闭(某个星座整形会话内的)星座整形功能。

- [0279] 本申请实施例通过复用现有感知协议中的帧来交互星座整形的相关信息(如开启、关闭、星座整形的概率、调制方式、持续时间等),可以减少信令开销,标准改动较小,实现工作量小。
- [0280] 实现方式2: 上述部分或全部消息是蜂窝通信系统中的信令
- [0281] 一种可能的实现方式中, 上述消息A可以是无线资源控制(radio resource control, RRC)消息, 该RRC消息可以用来指示在特定资源上传输的参考信号、控制信道或数据信道等是否开启星座整形功能。如果该RRC消息指示在特定资源上传输的参考信号、控制信道或数据信道等开启星座整形功能, 则可以通过该RRC消息携带上述第一信息(用于指示星座整形的一个或多个星座点的概率), 可选的携带以下一项或多项: 第二信息(用于指示一种或多种调制方式)、第三信息(用于指示开启星座整形功能)、或第四信息(用于指示开启星座整形功能的持续时间)。本申请实施例主要关注开启星座整形功能的情况。其中, “特定资源”可以通过时频位置和/或天线端口来指示。举例来说, RRC消息中的第一信息可以通过索引来实现, 如前所述, 每种调制阶数的QAM与其对应的星座点概率分布可以使用一个索引(index)来表示。再举例来说, RRC消息中的第一信息也可以通过表格(即具体概率值)来实现, 如前述表1、或表2、或表9等。本申请实施例不做限制。
- [0282] 示例性的, 在RRC消息中传递星座整形的相关信息(如第一信息、第二信息等)的方式包括: 在RRC消息中以参数集的方式表示, 每个参数集定义一组参数配置。例如: 在RRC消息中携带多个参数集, 一个参数集定义一种调制方式及该种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率, 可选的这个参数集还定义以下一项或多项: 星座整形的持续时间, 相应的特定资源(如时频位置和/或天线端口), 星座整形的适用对象(如参考信号、控制信道或数据信道)。然后, 通过下行控制信息(downlink control information, DCI)或者上行控制信息(uplink control information, UCI)指示在特定资源上传输的参考信号、控制信道或数据信道采用某个参数集。示例性的, 可以通过索引的方式指示参数集。
- [0283] 另一种可能的实现方式中, 上述消息A可以是DCI或UCI。可以在设备内置或预先约定参数集和参数配置。再通过DCI或者UCI指示在特定资源上传输的参

考信号、控制信道或数据信道采用某个参数集。示例性的，可以通过索引的方式指示参数集。其中，每个参数集定义一组参数配置。例如：一个参数集定义一种调制方式及该种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率，可选的这个参数集还定义以下一项或多项：星座整形的持续时间，相应的特定资源(如时频位置和/或天线端口)，星座整形的适用对象(如参考信号、控制信道或数据信道)。可以理解，如果DCI或UCI中携带参数集的索引，表示开启星座整形功能。或者，在发送DCI或UCI之前，通过一个RRC消息指示开启星座整形功能。换句话说，上述消息B可以是RRC消息，用于指示开启星座整形功能。

[0284] 一个可选实施例中，上述第一信息可以不用于指示星座整形的一个或多个星座点的概率，而用于指示一个数值(如trade-off数值)。第一通信装置和第二通信装置可以基于该数值和当次PPDU所用的QAM调制阶数，推断出该QAM调制阶数下星座整形的星座点的概率，从而完成通信和感知。可以理解，在进行PPDU传输时，根据信道条件的不同，每个PPDU所采用的QAM调制阶数都有可能不同，所以一段时间内(例如：感知测量会话持续时间内，或者感知时间内)的多个PPDU是潜在无法使用同一个QAM调制阶数及其对应的星座点概率的。所以，本申请实施例给定一个数值点，可以结合不同的QAM反推出星座整形的星座点概率。示例性的，该数值可以为固定子载波和固定符号长度下的归一化旁瓣值，在子载波长数固定和符号长度固定的情况下，旁瓣的上下限均已给定，通过相应的归一化旁瓣值，就可以反推出相应QAM调制阶数下的概率。

[0285] 一种可能的实现方式中，上述内容介绍了星座整形前的信令交互，下面介绍利用上述信令进行通信和感知的流程。上述步骤S303之后，图15所示的通信方法还包括以下一个或多个步骤：

[0286] S304，第一通信装置发送第四消息。相应的，第二通信装置接收第四消息。

[0287] S305，第二通信装置基于上述第一信息指示的星座整形的一个或多个星座点的概率，处理该第四消息，获得感知结果和数据。

[0288] 可以理解，本申请实施例为便于描述，以第一通信装置发送第四消息为例；但在实际应用中，也可以是第二通信装置发送第四消息，相应的第一通信装置接收第四消息和处理该第四消息，获得感知结果和数据。还可以理解，无论是

第一通信装置发送第四消息，还是第二通信装置发送第四消息，其处理过程相同，下文以第一通信装置发送第四消息为例进行描述。

- [0289] 一种可能的实现方式中，在Wi-Fi通信系统中，上述第四消息可以是PPDU，该PPDU可以包括物理层负载(PHY payload)。示例性的，在关闭星座整形功能之前，第一通信装置发送PPDU(这里指第四消息)，当该PPDU所使用的调制方式是第一调制方式(如QAM)时，表示该PPDU经过星座整形。例如：该PPDU的物理层头(PHY header)中包括MCS，当该MCS指示第一调制方式(如QAM)时，说明该PPDU经过星座整形。那么，该PPDU的物理层负载包括(二进制)比特流按照第一调制方式下的多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。再示例性的，在关闭星座整形功能之前，该PPDU中可以包括指示信息，用于指示该PPDU是否经过星座整形。例如：该指示信息位于该PPDU的物理层头，该指示信息指示该PPDU经过星座整形。那么，如果该PPDU的MCS指示所使用的调制方式是第一调制方式，该PPDU的物理层负载包括(二进制)比特流按照第一调制方式下的多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。
- [0290] 另一种可能的实现方式中，在蜂窝通信系统中，上述第四消息可以是参考信号、控制信道或数据信道中的一项或多项。以第四消息是参考信号为例，第一通信装置在特定资源上发送参考信号，说明该参考信号经过星座整形。如果该参考信号的调制方式是第一调制方式(如QAM)，该参考信号可以包括(二进制)比特流按照第一调制方式下的多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。如果第一通信装置在除特定资源外的其他资源上发送参考信号，则说明该参考信号未经过星座整形。
- [0291] 一种可能的实现方式中，关于星座整形的具体实现可以参见前述图5或图11所示实施例的描述，这里不再赘述。
- [0292] 一种可能的实现方式中，第二通信装置接收到上述第四消息后，可以删除其中的保护间隔(GI)和串并转换后，通过DFT操作从接收到的第四消息中恢复接收到的调制符号序列，再可以基于该调制符号序列获得感知结果。另一方面，第二通信装置还可以基于第一通信装置使用的星座整形的一个或多个星座点的概率，对调制符号序列进行星座整形解匹配获得通信数据。可以理解，星座整形

解匹配是星座整形的逆过程，这里不详述。其中，如果上述消息A的第一信息仅指示了一种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率，那么“第一通信装置使用的星座整形的一个或多个星座点的概率”，可以是该第一信息指示的这一个或多个星座点的概率。如果上述消息A的第一信息指示了多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率，那么“第一通信装置使用的星座整形的一个或多个星座点的概率”，可以基于该第一信息和第四消息所使用的调制方式确定。示例性的，第一通信装置根据当前信道环境选择调制方式，和该种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。而因为第四消息会携带指示调制方式的信息(如MCS)，所以第二通信装置可以基于MCS指示的调制方式从第一信息指示的多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率中，确定出第一通信装置使用的星座整形的一个或多个星座点的概率，从而完成星座整形解匹配。

- [0293] 本申请实施例通过消息A来对齐星座整形的星座点的概率，可以支持通信和感知同时进行，为通信感知一体化奠定基础，还可以在兼顾通信性能的同时提升感知性能。
- [0294] 参见图18，图18是本申请实施例提供的通信方法的另一种流程示意图。该方法可以应用于Wi-Fi通信与感知同时进行场景。该方法主要介绍第一通信装置和第二通信装置通过通信感知PPDU的物理层头(PHY header)来对齐星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0295] 如图18所示，该通信方法包括但不限于以下步骤：
- [0296] S401，第一通信装置生成PPDU，该PPDU包括物理层头，该物理层头中包括第一信息，该第一信息用于指示该PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0297] S402，第一通信装置发送该PPDU。相应的，第二通信装置接收该PPDU。
- [0298] S403，第二通信装置基于上述第一信息处理该PPDU，获得感知结果和数据。
- [0299] 一种可能的实现方式中，第一通信装置生成并发送同时用于通信和感知的PPDU(简称通信感知PPDU)，相应的，第二通信装置接收该PPDU。该PPDU可以包括物理层头(PHY Header)，该物理层头中包括第一信息。该第一信息可以用于指

示该PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。示例性的，该星座整形的一个或多个星座点的概率是预定义的，例如前述表1、表2或表9所示的概率；或者该星座整形的一个或多个星座点的概率基于预定义的概率区间确定的，例如前述表5a、表5b、表8a或表8b所示的概率区间。或者，该第一信息可以用于指示算法、公式、或参数等，该算法、公式、或参数可以用于确定(或计算)该PPDU进行星座整形的一个或多个星座点概率。其中，该PPDU可以同时用于传输数据和感知测量。

- [0300] 一种可能的实现方式中，对于一种调制方式，星座整形的各星座点的概率相等，如前述图11所示步骤201获得的星座点概率分布 P_A 。此种实现方式下，上述第一信息可以指示该PPDU进行星座整形的一个星座点的概率，也可以指示该PPDU进行星座整形的多个星座点的概率(这多个星座点的概率相等)，本申请实施例不做限定。另一种可能的实现方式中，对于一种调制方式，星座整形的星座点中存在概率不相等的星座点，或者说，星座整形的至少两个星座点的概率不等，如前述图5所示步骤101获得的星座点概率分布 P_A 。此种实现方式下，上述第一信息可以指示该PPDU进行星座整形的多个星座点的概率。
- [0301] 一种可能的实现方式中，如果在不同空间流(spatial stream)上使用不同的MCS(主要考虑MCS中的调制方式不同)，那么对于不同的空间流也可能使用星座整形的不同星座点概率分布。因此，上述第一信息可以用于指示上述PPDU在每个空间流上进行星座整形的一个或多个星座点的概率。示例性的，该第一信息可以承载在PHY Header的各种SIG字段中，例如U-SIG字段、HE-SIG-A/HE-SIG-B字段、EHT-SIG字段、或未来的UHR-SIG字段等。
- [0302] 一种可能的实现方式中，如果在不同资源单元(resource unit, RU)上使用不同的MCS(主要考虑MCS中的调制方式不同)，那么对于不同的RU也可能使用星座整形的不同星座点概率分布。因此，上述第一信息可以用于指示上述PPDU在每个RU上进行星座整形的一个或多个星座点的概率。示例性的，该第一信息可以承载在PHY Header的各种SIG字段中，例如U-SIG字段、HE-SIG-A/HE-SIG-B字段、EHT-SIG字段、或未来的UHR-SIG字段等。

- [0303] 一种可能的实现方式中，可以将不同调制阶数的QAM与其对应的星座整形的星座点概率标准化，每种调制阶数的QAM与其对应的星座点概率分布可以使用一个索引(index)来表示。在进行交互时，通过传输索引就可以完成星座整形的一个或多个星座点概率的指示。举例来说，在索引值唯一的情况下，即一个索引值对应星座整形的一组星座点的概率；上述第一信息可以包括一个星座整形模式索引，该星座整形模式索引对应一种调制方式及这种调制方式下星座整形的一组星座点的概率。再举例来说，在索引值不唯一的情况下，即一个索引值对应星座整形的一组或多组星座点的概率；可以通过调制阶数(或调制方式)和索引值联合确定上述PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。示例性的，第一信息可以包括星座整形模式索引，该星座整形模式索引和上述PPDU使用的调制方式可以联合确定该PPDU进行星座整形的一组星座点的概率。
- [0304] 一种可能的实现方式中，上述PPDU是单用户(singleuser, SU)的PPDU。示例性的，上述第一信息(如索引值)可以位于PHY Header的以下任一字段中：U-SIG字段、HE-SIG-A/HE-SIG-B字段、EHT-SIG字段、或未来的UHR-SIG字段。当然，该第一信息还可以位于PHY Header的其他字段中，本申请实施例不做限制。
- [0305] 另一种可能的实现方式中，上述PPDU是多用户PPDU中的任一PPDU。可以理解，如果多用户传输时，不同用户使用的MCS不同(主要考虑MCS中的调制方式不相同)，则可能需要针对每个用户交互第一信息(如星座整形模式索引)，一个第一信息用于索引一个用户的PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。举例来说，以上述PPDU是EHT PPDU为例，如果多个用户的星座整形使用相同的星座点概率分布，则可以将第一信息(如星座整形模式索引)放在EHT-SIG的公共字段(Common field)中。如果多个用户的星座整形使用不同的星座点概率分布，则可以考虑将每个用户的第一信息(如星座整形模式索引)放在各自EHT-SIG的用户特定字段(User Specific field)中。
- [0306] 一种可能的实现方式中，上述PPDU的物理层头中还可以包括第七信息，该第七信息可以用于指示该PPDU是否经过星座整形。示例性的，当该第七信息为第一值时，表示该PPDU经过星座整形；当该第七信息为第二值时，表示该PPDU

未经过星座整形。示例性的，该第七信息可以位于以下任一字段中：U-SIG字段、HE-SIG-A/HE-SIG-B字段、EHT-SIG字段、或未来的UHR-SIG字段。示例性的，该第七信息为1bit。

- [0307] 简言之，本申请实施例可以通过PPDU的PHY Header来交互该PPDU是否经过概率整形，和该PPDU进行星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [0308] 一种可能的实现方式中，第二通信装置接收到上述PPDU后，可以删除其中的保护间隔(GI)和串并转换后，通过DFT操作从接收到的PPDU中恢复调制符号序列，再可以基于该调制符号序列获得感知结果。另一方面，第二通信装置还可以基于上述第一信息的指示，对调制符号序列进行星座整形解匹配获得通信数据。可以理解，星座整形解匹配是星座整形的逆过程，这里不详述。示例性的，关于星座整形的具体实现可以参见前述图5或图11所示实施例的描述，这里不再赘述。
- [0309] 一种可能的实现方式中，第一通信装置发送PPDU之前(即步骤S402之前)，第一通信装置发送或接收消息B，该消息B可以用于请求开启星座整形功能。示例性的，消息B可以是Wi-Fi通信系统中的帧。举例来说，在第一通信装置发送消息B，用于请求开启星座整形功能的情况下，第二通信装置接收到该消息B后，可以向第一通信装置发送消息C(即第二消息)。该消息C可以包括第六信息，该第六信息可以用于指示第二通信装置是否同意开启星座整形功能。当然，第二通信装置接收到该消息B后，也可以不回复消息C，而是默认同意开启星座整形功能。或者，在第二通信装置发送消息B，用于请求开启星座整形功能的情况下，第一通信装置接收到该消息B后，可以向第二通信装置发送上述PPDU，携带第一信息，隐式或显示表示同意开启星座整形功能。当然，第一通信装置还可以向第二通信装置返回另一消息，表示同意开启星座整形功能，然后再向第二通信装置发送上述PPDU。其中，关于消息B、消息C、以及第六信息的具体实现可以参考前述图15所示实施例中实现方式1的相关描述，这里不再赘述。
- [0310] 一种可能的实现方式中，上述消息B可以包括以下一项或多项：第三信息，第四信息，或第五信息。其中，关于第三信息、第四信息、第五信息的含义及具体实现可以参考前述图15所示实施例中的相关描述，这里不赘述。

- [0311] 一种可能的实现方式中，步骤S403之后，第一通信装置或第二通信装置可以通过消息D(即第三消息)来关闭星座整形功能。举例来说，步骤S403之后，第一通信装置或第二通信装置可以发送消息D，该消息D可以用于关闭星座整形功能。其中，关于消息D的具体实现可以参考前述图15所示实施例中实现方式1的相关描述，这里不再赘述。
- [0312] 可以理解，在关闭星座整形功能后，第一通信装置或第二通信装置发送的PPDU的物理层头中无需携带第一信息，比如，将该PPDU的物理层头中携带第一信息的位置置为预留。当然，也可以携带第一信息，但接收该PPDU的一端不再感知该第一信息，或者说接收该PPDU的一端忽略该第一信息。
- [0313] 本申请实施例在通信感知PPDU的物理层头中携带第一信息，用于指示这个通信感知PPDU进行星座整形所使用的星座点的概率，可以在兼顾通信性能的同时提升感知性能。
- [0314] 上述内容详细阐述了本申请提供的方法，为了便于实施本申请实施例的上述方案，本申请实施例还提供了相应的装置或设备。
- [0315] 本申请根据上述方法实施例对通信装置进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是，本申请中对模块的划分是示意性的，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式。下面将结合图19至图21详细描述本申请实施例的通信装置。
- [0316] 参见图19，图19是本申请实施例提供的通信装置的一结构示意图。如图19所示，该通信装置包括收发单元10和处理单元20。收发单元10可以实现相应的通信功能，处理单元20用于进行数据处理。如收发单元10还可以称为通信接口或通信单元等。
- [0317] 在本申请的一些实施例中，该通信装置可以是上文示出的第一通信装置。即图19所示的通信装置可以用于执行上文方法实施例中由第一通信装置执行的步骤或功能等。示例性的，该通信装置可以是第一通信装置或配置于第一通信装置中的芯片或功能模块等，本申请实施例对此不作限定。收发单元10用于执行上

文方法实施例中第一通信装置的收发相关的操作，处理单元20用于执行上文方法实施例中第一通信装置处理相关的操作。

[0318] 示例性的，处理单元20，用于生成第一信息，该第一信息用于指示星座整形的一个或多个星座点的概率；收发单元10，用于发送该第一信息。

[0319] 可以理解，收发单元10，可以将第一信息发送给其他通信装置，或者，收发单元10，将该第一信息从处理单元20中输出给该通信装置中的其他部件或其他功能模块等。对于收发单元输出其他信息的相关说明同样类似，下文不再详述。

[0320] 示例性的，收发单元10，具体用于发送第一消息，该第一消息包括该第一信息，该第一消息用于请求开启星座整形功能。

[0321] 示例性的，收发单元10，还用于发送第一消息，该第一消息用于请求开启星座整形功能。

[0322] 示例性的，收发单元10，还用于接收第二消息，该第二消息包括第六信息，该第六信息用于指示第二通信装置是否同意开启该星座整形功能。

[0323] 可以理解，收发单元10，可以从其他通信装置接收第二消息，或者，收发单元10，从该通信装置中的其他部件或其他功能模块输入该第二消息等。对于收发单元输入其他信息的相关说明同样类似，下文不再详述。

[0324] 示例性的，收发单元10，还用于发送或接收第三消息，该第三消息用于关闭该星座整形功能。

[0325] 示例性的，收发单元10，还用于发送或接收第四消息，当该第四消息所使用的调制方式是第一调制方式时，表示该第四消息经过星座整形。

[0326] 示例性的，收发单元10，还用于发送或接收第四消息，该第四消息包括指示信息，该指示信息用于指示该第四消息是否经过星座整形。

[0327] 其中，关于第一消息、第一信息、第二消息、第三消息、第四消息等的具体说明可以参考上文所示的方法实施例，这里不再一一详述。

[0328] 可以理解，本申请实施例示出的收发单元和处理单元的具体说明仅为示例，对于收发单元和处理单元的具体功能或执行的步骤等，可以参考上述方法实施例，这里不再详述。示例性的，收发单元10可以用于执行图15所示的步骤S302(和步骤S304)，或图18所示的步骤S402；处理单元20可以用于执行图15所示的步

骤S301，或执行图18所示的步骤S401，或执行图5所示的步骤S101到步骤S103，或执行图11所示的步骤S201到步骤S203。

- [0329] 复用图19，在本申请的另一些实施例中，该通信装置可以是上文示出的第二通信装置。即图19所示的通信装置可以用于执行上文方法实施例中由第二通信装置执行的步骤或功能等。示例性的，该通信装置可以是第二通信装置或配置于第二通信装置中的芯片或功能模块等，本申请实施例对此不作限定。收发单元10用于执行上文方法实施例中第二通信装置的收发相关的操作，处理单元20用于执行上文方法实施例中第二通信装置处理相关的操作。
- [0330] 示例性的，收发单元10，用于接收第一信息，该第一信息用于指示星座整形的一个或多个星座点的概率；处理单元20，用于处理该第一信息。
- [0331] 示例性的，收发单元10，具体用于接收第一消息，该第一消息包括该第一信息，该第一消息用于请求开启星座整形功能。
- [0332] 示例性的，收发单元10，还用于接收第一消息，该第一消息用于请求开启星座整形功能。
- [0333] 示例性的，收发单元10，还用于发送第二消息，该第二消息包括第六信息，该第六信息用于指示第二通信装置是否同意开启该星座整形功能。
- [0334] 示例性的，收发单元10，还用于接收或发送第三消息，该第三消息用于关闭该星座整形功能。
- [0335] 示例性的，收发单元10，还用于接收或发送第四消息，当该第四消息所使用的调制方式是第一调制方式时，表示该第四消息经过星座整形。
- [0336] 示例性的，收发单元10，还用于接收或发送第四消息，该第四消息包括指示信息，该指示信息用于指示该第四消息是否经过星座整形。
- [0337] 其中，关于第一消息、第一信息、第二消息、第三消息、第四消息等的具体说明可以参考上文所示的方法实施例，这里不再一一详述。
- [0338] 可以理解，本申请实施例示出的收发单元和处理单元的具体说明仅为示例，对于收发单元和处理单元的具体功能或执行的步骤等，可以参考上述方法实施例，这里不再详述。示例性的，收发单元10可以用于接收图15步骤S302发送的消息A(和步骤S304发送的第四消息)，或接收图18步骤S402发送的PPDU；处理单

元20可以用于执行图15所示的步骤S303(和步骤S305),或执行图18所示的步骤S403,或执行图5所示的步骤S101到步骤S103,或执行图11所示的步骤S201到步骤S203。

[0339] 以上介绍了本申请实施例的通信装置,以下介绍通信装置可能的产品形态。应理解,但凡具备上述图19所述的通信装置的功能的任何形态的产品,都落入本申请实施例的保护范围。还应理解,以下介绍仅为举例,不限制本申请实施例的通信装置的产品形态仅限于此。

[0340] 在一种可能的实现方式中,图19所示的通信装置中,处理单元20可以是一个或多个处理器,收发单元10可以是收发器,或者收发单元10还可以是发送单元和接收单元,发送单元可以是发送器,接收单元可以是接收器,该发送单元和接收单元集成于一个器件,例如收发器。本申请实施例中,处理器和收发器可以被耦合等,对于处理器和收发器的连接方式,本申请实施例不作限定。在执行上述方法的过程中,上述方法中有关发送信息(如发送第一信息等)的过程,可以理解为由处理器输出上述信息的过程。在输出上述信息时,处理器将该上述信息输出给收发器,以便由收发器进行发射。该上述信息在由处理器输出之后,还可能需要进行其他的处理,然后才到达收发器。类似的,上述方法中有关接收信息(如接收第一信息等)的过程,可以理解为处理器接收输入的上述信息的过程。处理器接收输入的信息时,收发器接收该上述信息,并将其输入处理器。更进一步的,在收发器收到该上述信息之后,该上述信息可能需要进行其他的处理,然后才输入处理器。

[0341] 参见图20,图20是本申请实施例提供的通信装置的另一结构示意图。该通信装置可以为第一通信装置或第二通信装置,或其中的芯片。该通信装置可以用于实现上述方法实施例中描述的方法,可以参见上述方法实施例中的说明。图20仅示出了通信装置的主要部件。该通信装置包括一个或多个处理器1001,还可以包括收发器1002,该通信装置还可以进一步包括存储器1003。该通信装置还可以包括输入输出装置(图中未示意)。

[0342] 处理器1001主要用于对通信协议以及通信数据进行处理,以及对整个通信装置进行控制,执行软件程序,处理软件程序的数据。存储器1003主要用于存储软

件程序和数据。收发器1002主要用于实现该通信装置与外部的信息交互，该收发器1002可以通过输入输出电路来实现，或者，该收发器1002可以包括控制电路和天线，控制电路主要用于基带信号与射频信号的转换以及对射频信号的处理。天线主要用于收发电磁波形式的射频信号。输入输出装置，例如触摸屏、显示屏，键盘等主要用于接收用户输入的数据以及对用户输出数据。

- [0343] 当通信装置开机后，处理器1001可以读取存储器1003中的软件程序，解释并执行软件程序的指令，处理软件程序的数据。当需要通过无线发送数据时，处理器1001对待发送的数据进行基带处理后，输出基带信号至射频电路，射频电路将基带信号进行射频处理后将射频信号通过天线以电磁波的形式向外发送。当有数据发送到通信装置时，射频电路通过天线接收到射频信号，将射频信号转换为基带信号，并将基带信号输出至处理器1001，处理器1001将基带信号转换为数据并对该数据进行处理。
- [0344] 在另一种实现中，所述的射频电路和天线可以独立于进行基带处理的处理器而设置，例如在分布式场景中，射频电路和天线可以与独立于通信装置，呈拉远式的布置。
- [0345] 其中，处理器1001、收发器1002、以及存储器1003可以通过通信总线连接。
- [0346] 示例性的，当该通信装置用于执行上述方法实施例一的步骤或方法或功能时，处理器1001可以用于执行图5中的步骤S101到步骤S103，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程。
- [0347] 示例性的，当该通信装置用于执行上述方法实施例二的步骤或方法或功能时，处理器1001可以用于执行图11中的步骤S201到步骤S203，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程。
- [0348] 示例性的，当该通信装置用于执行上述方法实施例三中第一通信装置执行的步骤或方法或功能时，处理器1001可以用于执行图15中的步骤S301，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；收发器1002可以用于执行图15中的步骤S302和步骤S304，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。
- [0349] 示例性的，当该通信装置用于执行上述方法实施例三中第二通信装置执行的步骤或方法或功能时，处理器1001可以用于执行图15中的步骤S303和步骤S305，和

/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；收发器1002可以用于接收图15步骤S302发送的消息A和步骤S304发送的第四消息，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

[0350] 示例性的，当该通信装置用于执行上述方法实施例四中第一通信装置执行的步骤或方法或功能时，处理器1001可以用于执行图18中的步骤S401，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；收发器1002可以用于执行图18中的步骤S402，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

[0351] 示例性的，当该通信装置用于执行上述方法实施例四中第二通信装置执行的步骤或方法或功能时，处理器1001可以用于执行图18中的步骤S403，和/或用于执行本文所描述的技术的其它过程；收发器1002可以用于接收图18步骤S402发送的PPDU，和/或用于本文所描述的技术的其它过程。

[0352] 在上述任一种设计中，处理器1001中可以包括用于实现接收和发送功能的收发器。例如该收发器可以是收发电路，或者是接口，或者是接口电路。用于实现接收和发送功能的收发电路、接口或接口电路可以是分开的，也可以集成在一起。上述收发电路、接口或接口电路可以用于代码/数据的读写，或者，上述收发电路、接口或接口电路可以用于信号的传输或传递。

[0353] 在上述任一种设计中，处理器1001可以存有指令，该指令可为计算机程序，计算机程序在处理器1001上运行，可使得通信装置执行上述方法实施例中描述的方法。计算机程序可能固化在处理器1001中，该种情况下，处理器1001可能由硬件实现。

[0354] 在一种实现方式中，通信装置可以包括电路，所述电路可以实现前述方法实施例中发送或接收或者通信的功能。本申请中描述的处理器和收发器可实现在集成电路(integrated circuit, IC)、模拟IC、无线射频集成电路(radio frequency integrated circuit, RFIC)、混合信号IC、专用集成电路(application specific integrated circuit, ASIC)、印刷电路板(printed circuit board, PCB)、电子设备等上。该处理器和收发器也可以用各种IC工艺技术来制造，例如互补金属氧化物半导体(complementary metal oxide semiconductor, CMOS)、N型金属氧化物半导体(nMetal-oxide-semiconductor, NMOS)、P沟道金属氧化物半导体(positive channel metal oxide se

micronductor, PMOS)、双极结型晶体管(bipolar junction transistor, BJT)、双极CMOS(BiCMOS)、硅锗(SiGe)、砷化镓(GaAs)等。

- [0355] 可以理解, 本申请实施例示出的通信装置还可以具有比图20更多的元器件等, 本申请实施例对此不作限定。以上所示的处理器和收发器所执行的方法仅为示例, 对于该处理器和收发器具体所执行的步骤可参考上文方法实施例的介绍。
- [0356] 在另一种可能的实现方式中, 图19所示的通信装置中, 处理单元20可以是一个或多个逻辑电路, 收发单元10可以是输入输出接口, 又或者称为通信接口, 或者接口电路, 或接口等等。或者收发单元10还可以是发送单元和接收单元, 发送单元可以是输出接口, 接收单元可以是输入接口, 该发送单元和接收单元集成于一个单元, 例如输入输出接口。参见图21, 图21是本申请实施例提供的通信装置的又一结构示意图。如图21所示, 图21所示的通信装置包括逻辑电路901和接口902。即上述处理单元20可以用逻辑电路901实现, 收发单元10可以用接口902实现。其中, 该逻辑电路901可以为芯片、处理电路、集成电路或片上系统(system on chip, SoC)芯片等, 接口902可以为通信接口、输入输出接口、管脚等。示例性的, 图21是以上述通信装置为芯片为例示出的, 该芯片包括逻辑电路901和接口902。
- [0357] 本申请实施例中, 逻辑电路和接口还可以相互耦合。对于逻辑电路和接口的具体连接方式, 本申请实施例不作限定。
- [0358] 示例性的, 当用于执行前述方法实施例中第一通信装置执行的方法或功能或步骤时, 逻辑电路901, 用于生成第一信息, 该第一信息用于指示星座整形的一个或多个星座点的概率; 接口902, 用于输出该第一信息。
- [0359] 示例性的, 当用于执行前述方法实施例中第一通信装置执行的方法或功能或步骤时, 接口902, 用于输入第一信息, 该第一信息用于指示星座整形的一个或多个星座点的概率; 逻辑电路901, 用于处理该第一信息。
- [0360] 可以理解, 关于第一信息、星座整形、星座点的概率等的具体说明可以参考上文所示的方法实施例, 这里不再一一详述。

- [0361] 可以理解，本申请实施例示出的通信装置可以采用硬件的形式实现本申请实施例提供的方法，也可以采用软件的形式实现本申请实施例提供的方法等，本申请实施例对此不作限定。
- [0362] 对于图21所示的实施例的具体实现方式，还可以参考上述各个实施例，这里不再详述。
- [0363] 本申请实施例还提供了一种无线通信系统，该无线通信系统包括第一通信装置和/或第二通信装置，该第一通信装置和该第二通信装置可以用于执行前述任一实施例中的方法。
- [0364] 此外，本申请还提供一种计算机程序，该计算机程序用于实现本申请提供的方法中由第一通信装置执行的操作和/或处理。
- [0365] 本申请还提供一种计算机程序，该计算机程序用于实现本申请提供的方法中由第二通信装置执行的操作和/或处理。
- [0366] 本申请还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有计算机代码，当计算机代码在计算机上运行时，使得计算机执行本申请提供的方法中由第一通信装置执行的操作和/或处理。
- [0367] 本申请还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有计算机代码，当计算机代码在计算机上运行时，使得计算机执行本申请提供的方法中由第二通信装置执行的操作和/或处理。
- [0368] 本申请还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机代码或计算机程序，当该计算机代码或计算机程序在计算机上运行时，使得本申请提供的方法中由第一通信装置执行的操作和/或处理被执行。
- [0369] 本申请还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机代码或计算机程序，当该计算机代码或计算机程序在计算机上运行时，使得本申请提供的方法中由第二通信装置执行的操作和/或处理被执行。
- [0370] 在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特

征可以忽略，或不执行。另外，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口、装置或单元的间接耦合或通信连接，也可以是电的，机械的或其它的形式连接。

[0371] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本申请实施例提供的方案的技术效果。

[0372] 另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以是两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0373] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分，或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个可读存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的可读存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器(read-only memory,ROM)、随机存取存储器(random access memory,RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0374] 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

- [权利要求 1]

一种通信方法，其特征在于，包括：

第一通信装置生成第一信息，所述第一信息用于指示星座整形的一个或多个星座点的概率；

所述第一通信装置发送所述第一信息。
- [权利要求 2]

根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第一通信装置发送所述第一信息，包括：

所述第一通信装置发送第一消息，所述第一消息包括所述第一信息，所述第一消息用于请求开启星座整形功能。
- [权利要求 3]

根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第一通信装置发送所述第一信息之前，所述方法还包括：

所述第一通信装置发送第一消息，所述第一消息用于请求开启星座整形功能。
- [权利要求 4]

根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述第一消息还包括第二信息，所述第二信息用于指示一种或多种调制方式；

所述第一信息具体用于指示所述一种或多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。
- [权利要求 5]

根据权利要求2至4中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一消息还包括以下一项或多项：第三信息，第四信息，或第五信息；

其中，所述第三信息用于指示开启所述星座整形功能，所述第四信息用于指示开启所述星座整形功能的持续时间，所述第五信息用于指示使用所述星座整形功能的物理层协议数据单元PPDU数。
- [权利要求 6]

根据权利要求2至5中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一通信装置发送第一消息之后，所述方法还包括：

所述第一通信装置接收第二消息，所述第二消息包括第六信息，所述第六信息用于指示第二通信装置是否同意开启所述星座整形功能。

- [权利要求 7] 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述第一消息是感知测量请求帧，所述第二消息是感知测量响应帧。
- [权利要求 8] 根据权利要求2至7中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一通信装置发送第一消息之后，所述方法还包括：
所述第一通信装置发送或接收第三消息，所述第三消息用于关闭所述星座整形功能。
- [权利要求 9] 根据权利要求1至8中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一通信装置发送所述第一信息之后，所述方法还包括：
所述第一通信装置发送或接收第四消息，当所述第四消息所使用的调制方式是第一调制方式时，表示所述第四消息经过星座整形。
- [权利要求 10] 根据权利要求1至8中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一通信装置发送所述第一信息之后，所述方法还包括：
所述第一通信装置发送或接收第四消息，所述第四消息包括指示信息，所述指示信息用于指示所述第四消息是否经过星座整形。
- [权利要求 11] 根据权利要求9所述的方法，其特征在于，所述第四消息是物理层协议数据单元PPDU，所述PPDU所使用的调制方式是第一调制方式，所述PPDU的物理层负载包括比特流按照所述第一信息指示的所述第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行星座整形后的调制符号。
- [权利要求 12] 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述第四消息是物理层协议数据单元PPDU，所述指示信息指示所述PPDU经过星座整形，所述PPDU所使用的调制方式是第一调制方式，所述PPDU的物理层负载包括比特流按照所述第一信息指示的所述第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行所述星座整形后的调制符号。
- [权利要求 13] 根据权利要求1至12中任一项所述的方法，其特征在于，所述星座整形的一个或多个星座点的概率是预定义的或者基于预定义的概率区间确定的。
- [权利要求 14] 一种通信方法，其特征在于，包括：

第二通信装置接收第一信息，所述第一信息用于指示星座整形的一个或多个星座点的概率；

所述第二通信装置处理所述第一信息。

[权利要求 15] 根据权利要求14所述的方法，其特征在于，所述第二通信装置接收第一信息，包括：

第二通信装置接收第一消息，所述第一消息包括所述第一信息，所述第一消息用于请求开启星座整形功能。

[权利要求 16] 根据权利要求14所述的方法，其特征在于，所述第二通信装置接收第一信息之前，所述方法还包括：

第二通信装置接收第一消息，所述第一消息用于请求开启星座整形功能。

[权利要求 17] 根据权利要求15所述的方法，其特征在于，所述第一消息还包括第二信息，所述第二信息用于指示一种或多种调制方式；

所述第一信息具体用于指示所述一种或多种调制方式下星座整形的一个或多个星座点的概率。

[权利要求 18] 根据权利要求15至17中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一消息还包括以下一项或多项：第三信息，第四信息，或第五信息；

其中，所述第三信息用于指示开启所述星座整形功能，所述第四信息用于指示开启所述星座整形功能的持续时间，所述第五信息用于指示使用所述星座整形功能的物理层协议数据单元PPDU数。

[权利要求 19] 根据权利要求15至18中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二通信装置接收第一消息之后，所述方法还包括：

所述第二通信装置发送第二消息，所述第二消息包括第六信息，所述第六信息用于指示第二通信装置是否同意开启所述星座整形功能。

[权利要求 20] 根据权利要求19所述的方法，其特征在于，所述第一消息是感知测量请求帧，所述第二消息是感知测量响应帧。

- [权利要求 21] 根据权利要求15至20中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二通信装置接收第一消息之后，所述方法还包括：
所述第二通信装置接收或发送第三消息，所述第三消息用于关闭所述星座整形功能。
- [权利要求 22] 根据权利要求14至21中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二通信装置接收第一信息之后，所述方法还包括：
所述第二通信装置接收或发送第四消息，当所述第四消息所使用的调制方式是第一调制方式时，表示所述第四消息经过星座整形。
- [权利要求 23] 根据权利要求14至21中任一项所述的方法，其特征在于，所述第二通信装置接收第一信息之后，所述方法还包括：
所述第二通信装置接收或发送第四消息，所述第四消息包括指示信息，所述指示信息用于指示所述第四消息是否经过星座整形。
- [权利要求 24] 根据权利要求22所述的方法，其特征在于，所述第四消息是物理层协议数据单元PPDU，所述PPDU所使用的调制方式是第一调制方式，所述PPDU的物理层负载包括比特流按照所述第一信息指示的所述第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行所述星座整形后的调制符号。
- [权利要求 25] 根据权利要求23所述的方法，其特征在于，所述第四消息是物理层协议数据单元PPDU，所述指示信息指示所述PPDU经过星座整形，所述PPDU所使用的调制方式是第一调制方式，所述PPDU的物理层负载包括比特流按照所述第一信息指示的所述第一调制方式下一个或多个星座点的概率进行所述星座整形后的调制符号。
- [权利要求 26] 根据权利要求14至25中任一项所述的方法，其特征在于，所述星座整形的一个或多个星座点的概率是预定义的或者基于预定义的概率区间确定的。
- [权利要求 27] 一种通信装置，其特征在于，包括用于执行权利要求1至26中任一项所述方法的单元或模块。

- [权利要求 28] 一种通信装置，其特征在于，包括处理器和接口电路，所述接口电路用于接收来自其它通信装置的信号并传输至所述处理器或将来自所述处理器的信号发送给其它通信装置，所述处理器通过逻辑电路或执行代码指令用于实现如权利要求1至26中任一项所述的方法。
- [权利要求 29] 一种无线通信系统，其特征在于，包括：用于执行权利要求1至13中任一项所述方法的第一通信装置，和/或，用于执行权利要求14至26中任一项所述方法的第二通信装置。
- [权利要求 30] 一种可读存储介质，其特征在于，所述可读存储介质用于存储计算机程序，当所述计算机程序被处理器执行时，使得包括所述处理器的通信装置执行如权利要求1至26中任一项所述的方法。