

波束对准训练方法及装置

本申请要求在 2023 年 09 月 27 日提交中国国家知识产权局、申请号为 202311289449.X 的中国专利申请中的优先权，发明名称为“波束对准训练方法及装置”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

本申请涉及通信领域，并且更具体地，涉及一种波束对准训练方法及装置。

背景技术

目前，电气和电子工程协会（institute of electrical and electronics engineers, IEEE）802.11ad/ay 是无线局域网（wireless local area network, WLAN）通信应用于毫米波频段的标准之一。其中，混合模数波束赋型（hybrid analog-digital beamforming, HAD-BF）是一种用于克服毫米波频段信号衰减的技术。HAD-BF 是通过波束对准训练过程，选择出最佳的波束的过程。

但是，HAD-BF 技术的发送端（initiator）发送的波束是预存在发送端的固定不同方向的码本波束。由于码本波束对角度空间的划分是预定的，因此，当进行模拟波束对准训练的接收端（responder）和发送端发送的码本波束的主瓣无法完全对准时，接收端将无法获得最大的波束增益。同样，在毫米波信号存在反射径时，单个波束无法覆盖所有信道角度，此时，接收端无法获取全部信道增益。

因此，如何提高波束对准训练的性能是个亟待解决的问题。

发明内容

本申请提供一种波束对准训练方法及装置，可以更好地匹配实际空口信道方向，更好地利用信道增益，进而可以实现波束精对准，并且提升覆盖性能。

第一方面，提供了一种波束对准训练方法，该方法包括：发送端发送 M 个第一波束测量数据， M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束。发送端接收合并系数集，合并系数集是接收端根据 M 个第一波束测量数据确定的，合并系数集包括 M 个波束加权系数，第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据，第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在 M 个测量波束中的权值， $1 \leq m \leq M$ ， m 和 M 为正整数。发送端根据合并系数集和 M 个测量波束，确定合并波束。

在上述技术方案中，发送端通过获得多个测量波束对应波束加权系数，并结合原本的测量波束，合成新的合并波束，该合并波束可以更好地匹配实际空口信道方向，更好地利用信道增益，进而可以实现波束精对准，并且提升覆盖性能。例如，在接收端未完全对准测量波束主瓣的场景中，通过合并系数集得到的合并波束，可以更好地利用信道增益，实现波束精对准。又如，在毫米波信道存在 NLOS 场景，单个波束无法覆盖所有信道角度时，通过合并系数集得到的合并波束，综合考虑了所有波束的信道增益，实现波束精对准，并且提升覆盖性能。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，在发送端发送 M 个第一波束测量数据之前，该方法还包括：发送端发送 N 个第二波束测量数据， N 个第二波束测量数据对应 N 个测量波束。发送端接收 N 个第二信噪比，第 n 个第二信噪比和第 n 个测量波束对应。将 N 个第二信噪比中大于预设阈值的第二信噪比对应的测量波束，确定为 M 个测量波束， $1 \leq n \leq N$ ， n 和 N 为正整数， $M < N$ 。

在上述技术方案中，将经过一轮波束对准训练得到的测量波束用于下一轮波束对准训练，可以降低波束开销以及接收端的计算量，并且可以限制下一轮包内波束对准训练时测量波束的信噪比波动，进而使得计算的得到的合并系数集更加准确。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该方法还包括：发送端接收 M 个第一信噪比和估计合并信噪比， M 个第一信噪比是接收端根据 M 个第一波束测量数据得到的，估计合并信噪比是接收端根据 M 个第一波束测量数据和合并系数集确定的。发送端根据 M 个第一信噪比和估计合并信噪比，确定采用合并波束进行数据传输，或者，确定采用 M 个第一信噪比中最大的第一信噪比对应的测量波束发送进

行数据传输。

在上述技术方案中，发送端综合考虑 M 个第一信噪比和估计合并信噪比，为后续数据传输选择更加合理的波束，进而可以实现波束精对准，并且提升覆盖性能。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中， M 个第一波束测量数据承载于一个无数据包 NDP，或者 M 个第一波束测量数据承载于一个或 M 个协议数据单元 PPDU 数据包。

其中，在 M 个第一波束测量数据承载于一个 NDP 或一个 PPDU 数据包时， M 个第一波束测量数据可以是 M 个训练字段。

在上述技术方案中，在 M 个第一波束测量数据承载于一个 NDP 时，可以沿用当前主线 Wi-Fi 协议的信道测量压缩反馈方式，可以兼容高低频融合的场景。

第二方面，提供了一种波束对准训练方法，包括：接收端接收 M 个第一波束测量数据， M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束。接收端根据 M 个第一波束测量数据，确定合并系数集，合并系数集包括 M 个波束加权系数，第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据，第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在 M 个测量波束中的权值， $1 \leq m \leq M$ ， m 和 M 为正整数。接收端发送合并系数集。

应理解，第二方面的方案对应的有益效果和第一方面类似，为详细描述之处可以参考第一方面，在此不做赘述。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，接收端根据 M 个第一波束测量数据，确定合并系数集包括：接收端根据 M 个第一波束测量数据，确定 M 个第一信道估计结果。接收端确定 M 个第一信道估计结果对应的全带信道协方差矩阵，全带信道协方差矩阵是根据 K 个子载波对应的 K 个 $M \times M$ 维度的信道协方差矩阵进行求和平均得到的， K 为正整数。接收端对全带信道协方差矩阵进行奇异值分解，得到合并系数集。

在上述技术方案中，针对毫米波高频的波束对准训练，通过对全带信道协方差矩阵采用奇异值分解，得到合并系数集，不仅复杂度低，而且可以沿用当前主线 Wi-Fi 协议的信道测量压缩反馈方式，兼容性好。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，在接收 M 个第一波束测量数据之前，方法还包括：接收端接收 N 个第二波束测量数据， N 个第二波束测量数据对应 N 个测量波束， $1 \leq n \leq N$ ， n 和 N 为正整数。接收端根据 N 个第二波束测量数据，确定 N 个第二信噪比，第 n 个第二信噪比和第 n 个测量波束对应。接收端发送 N 个第二信噪比。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，方法还包括：接收端根据合并系数集和 M 个第一信道估计结果，确定合并估计结果。接收端根据合并估计结果，确定估计合并信噪比。接收端根据 M 个第一信道估计结果，确定 M 个第一信噪比。接收端发送 M 个第一信噪比和估计合并信噪比。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中， M 个第一波束测量数据承载于一个无数据包 NDP，或者 M 个第一波束测量数据承载于一个或 M 个协议数据单元 PPDU 数据包。

第三方面，提供了一种波束对准训练装置，包括收发单元和处理单元：收发单元用于，发送 M 个第一波束测量数据， M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束。收发单元用于，接收合并系数集，合并系数集是接收端根据 M 个第一波束测量数据确定的，合并系数集包括 M 个波束加权系数，第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据，第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在 M 个测量波束中的权值， $1 \leq m \leq M$ ， m 和 M 为正整数。处理单元用于，根据合并系数集和 M 个测量波束，确定合并波束。

应理解，第三方面的方案对应的有益效果和第一方面类似，在此不做赘述。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，在收发单元用于，发送 M 个第一波束测量数据之前，收发单元还用于：发送 N 个第二波束测量数据， N 个第二波束测量数据对应 N 个测量波束；接收 N 个第二信噪比，第 n 个第二信噪比和第 n 个测量波束对应。处理单元还用于：将 N 个第二信噪比中大于预设阈值的第二信噪比对应的测量波束，确定为 M 个测量波束， $1 \leq n \leq N$ ， n 和 N 为正整数， $M < N$ 。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，收发单元还用于：接收 M 个第一信噪比和估计合并信噪比， M 个第一信噪比是接收端根据 M 个第一波束测量数据得到的，估计合并信噪比是接收端根据 M 个第一波束测量数据和合并系数集确定的。处理单元还用于：根据 M 个第一信噪比和估计合并信噪比，确定采用合并波束进行数据传输，或者，确定采用 M 个第一信噪比中最大的第一信噪比对应的测量波束发送进行数据传输。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中， M 个第一波束测量数据承载于一个无数据包 NDP，或者 M 个第一波束测量数据承载于一个或 M 个协议数据单元 PPDU 数据包。

第四方面，提供了一种波束对准训练装置，包括收发单元和处理单元：收发单元用于接收 M 个第一波束测量数据， M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束。处理单元用于根据 M 个第一波束测量数据，确定合并系数集，合并系数集包括 M 个波束加权系数，第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据，第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在 M 个测量波束中的权值， $1 \leq m \leq M$ ， m 和 M 为正整数。收发单元用于发送合并系数集。

应理解，第四方面的方案对应的有益效果和第二方面类似，在此不做赘述。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，处理单元具体用于：根据 M 个第一波束测量数据，确定 M 个第一信道估计结果。确定 M 个第一信道估计结果对应的全带信道协方差矩阵，全带信道协方差矩阵是根据 K 个子载波对应的 K 个 $M \times M$ 维度的信道协方差矩阵进行求和平均得到的， K 为正整数；对全带信道协方差矩阵进行奇异值分解，得到合并系数集。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，在收发单元用于接收 M 个第一波束测量数据之前，收发单元还用于：接收 N 个第二波束测量数据， N 个第二波束测量数据对应 N 个测量波束， $1 \leq n \leq N$ ， n 和 N 为正整数。处理单元还用于根据 N 个第二波束测量数据，确定 N 个第二信噪比，第 n 个第二信噪比和第 n 个测量波束对应。收发单元还用于发送 N 个第二信噪比。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，处理单元还用于：根据合并系数集和 M 个第一信道估计结果，确定合并估计结果；根据合并估计结果，确定估计合并信噪比；根据 M 个第一信道估计结果，确定 M 个第一信噪比。收发单元还用于发送 M 个第一信噪比和估计合并信噪比。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中， M 个第一波束测量数据承载于一个无数据包 NDP，或者 M 个第一波束测量数据承载于一个或 M 个协议数据单元 PPDU 数据包。

第五方面，提供一种波束对准训练装置，该装置包括：存储器，用于存储程序；处理器，用于执行存储器存储的计算机程序或指令，当存储器存储的计算机程序或指令被执行时，处理器用于执行上述第一方面或第二方面任意一种实现方式提供的方法。

在一种实现方式中，该装置为波束对准训练中的发送端或接收端。

在另一种实现方式中，该装置为波束对准训练中的发送端或接收端中的芯片、芯片系统或电路。

第六方面，本申请提供一种处理器，用于执行上述第一方面至第二方面任意一种实现方式提供的方法。在执行这些方法的过程中，上述方法中有关发送上述信息和获取/接收上述信息的过程，可以理解为由处理器输出上述信息的过程，以及处理器接收输入的上述信息的过程。在输出上述信息时，处理器将该上述信息输出给接口，通过接口进行发射。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，然后才到达接口。类似的，处理器接收输入的上述信息时，接口获取/接收该上述信息，并将其输入处理器。更进一步的，在接口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。

对于所涉及的发射、发送和获取/接收等操作，如果没有特殊说明，或者，如果未与其在相关描述中的实际作用或者内在逻辑相抵触，则可以理解为输出和接收、输入等操作，也可以理解为由射频电路和天线所进行的发射、发送和接收操作，本申请对此不做限定。

在实现过程中，上述处理器可以是专门用于执行这些方法的处理器，也可以是执行存储器中的计算机程序或指令来执行这些方法的处理器，例如通用处理器。上述存储器可以为非瞬态性（non-transitory）存储器，例如只读存储器（read only memory, ROM），其可以与处理器集成在同一块芯片上，也可以分别设置在不同的芯片上，本申请实施例对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。

第七方面，提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读介质存储用于设备执行的程序代码，该程序代码包括用于执行上述第一方面至第二方面任意一种实现方式提供的方法。

第八方面，提供一种包含指令的计算机程序产品，当该计算机程序产品在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面至第二方面任意一种实现方式提供的方法。

第九方面，提供一种芯片，芯片包括处理器与通信接口，处理器通过通信接口读取存储器上存储的指令，执行上述第一方面至第二方面任意一种实现方式提供的方法。

可选地，作为一种实现方式，芯片还可以包括存储器，存储器中存储有计算机程序或指令，处理器用于执行存储器上存储的计算机程序或指令，当计算机程序或指令被执行时，处理器用于执行上述第一方面至第二方面任意一种实现方式提供的方法。

附图说明

图 1 是本身实施例提供的一种无线通信应用场景示意图；

图 2 是本申请实施例提供的一种模数混合波束赋型结构示意图；

图 3 是本申请实施例提供的波束对准训练方法的示意图；

图 4 是本申请实施例提供的波束对准训练场景示意图；

图 5 是本申请实施例提供的一种波束对准训练方法的流程交互图；

图 6 是本申请实施例提供的另一种波束对准训练方法的交互示意图；

图 7 是本申请实施例提供的又一种波束对准训练方法的交互示意图；

图 8 是本申请实施例提供的再一种波束对准训练方法的交互示意图；

图 9 是本申请实施例提供的一种波束对准训练装置 900 的示意图；

图 10 是本申请实施例提供的一种波束对准训练装置 1000 的示意性结构图；

图 11 是本申请实施例提供的一种芯片系统 1100 的示意图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

为了便于理解本申请实施例，做出以下几点说明：

第一、在本申请中，如果没有特殊说明以及逻辑冲突，不同的实施例之间的术语和/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。

第二、在本申请中，“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，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 的情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。在本申请的文字描述中，字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项(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 和 c 中的至少一项(个)，可以表示：a，或，b，或，c，或，a 和 b，或，a 和 c，或，b 和 c，或，a、b 和 c。其中 a、b 和 c 分别可以是单个，也可以是多个。

第三、在本申请中，“第一”、“第二”以及各种数字编号(例如，#1、#2 等)指示为了描述方便进行的区分，并不用来限制本申请实施例的范围。例如，区分不同的波束测量数据等，而不是用于描述特定的顺序或先后次序。应理解，这样描述的对象在适当情况下可以互换，以便能够描述本申请的实施例以外的方案。

需要注意的是，在下文中，信息#1 和资源指示信息#1、资源请求信息#1 之间代表的含义互不相同。应理解，各个信息的名称仅是示例说明，本申请对此不作限定，不应构成对本申请技术方案的任何限定；

第四、在本申请中，“在……时”、“在……的情况下”以及“如果”等描述均指在某种客观情况下会做出相应的处理，并非是限定时间，且也不要求在实现时一定要有判断的动作，也不意味着存在其它限定。另外，也不意味着这些条件连词之后的判断动作是实现该结果的唯一条件，还可以包括其他额外的条件，来实现该结果。

第五、在本申请中，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，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、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

第六、在本申请中，“用于指示”可以包括用于直接指示和用于间接指示。当描述某一指示信息用于指示 A 时，可以包括该指示信息直接指示 A 或间接指示 A，而并不代表该指示信息中一定携带有 A。

本申请实施例涉及的指示方式应理解为涵盖可以使得待指示方获知待指示信息的各种方法。待指示信息可以作为整体一起发送，也可以分成多个子信息分开发送，而且这些子信息的发送周期和/或发送时机可以相同，也可以不同，本申请对具体的发送方法不作限定。

本申请实施例中的“指示信息”可以是显式指示，即通过信令直接指示，或者根据信令指示的参数，结合其他规则或结合其他参数或通过推导获得。也可以是隐式指示，即根据规则或关系，或根据其他参数，或推导获得。本申请对此不作具体限定。

第七、在本申请中，“存储”可以是指保存在一个或者多个存储器中。所述一个或者多个存储器可以是单独的设置，也可以是集成在编码器或者译码器、处理器、或通信装置中。所述一个或者多个存储

器，也可以是一部分单独设置，一部分集成在译码器、处理器、或通信装置中。存储器的类型可以是任意形式的存储介质，本申请并不对此限定。

本申请实施例提供的技术方案可以适用于无线局域网 WLAN 场景，例如，支持 IEEE 802.11 相关标准，例如 802.11be、802.11ad、802.11ay 或 802.11bf，再如 Wi-Fi 8 等，还可以应用于基于超宽带（ultra wide band, UWB）的无线个人局域网系统，如 802.15 系列标准，还可以应用于感知（sensing）系统，如 802.11bf 系列标准，还可以应用于毫米波（millimeter wave, mmWave），如 802.11ad 系列标准，还可以应用于无线保真人工智能（wireless fidelity artificial intelligence, Wi-Fi AI）。其中，802.11be 标准称为超高吞吐率（extremely high throughput, EHT）。其中，802.11bf 包括低频（Sub-7GHz）和高频（60GHz）两个大类标准。Sub-7GHz 的实现方式主要依托 802.11ax、802.11be 及下一代等标准，60GHz 实现方式主要依托 802.11ad、802.11ay 及下一代等标准。其中，802.11ad 也可以称为定向多吉比特（directional multi-gigabit, DMG）标准，802.11ay 也可以称为增强定向多吉比特（enhanced directional multi-gigabit, EDMG）标准。

虽然本申请实施例主要以部署 WLAN 网络，尤其是应用 IEEE 802.11 系统标准的网络为例进行说明，本领域技术人员容易理解，本申请实施例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，高性能无线局域网（high performance radio local area network, HIPERLAN）、无线广域网（wireless wide area network, WWAN）、无线个人区域网（wireless personal area network, WPAN）或其它现在已知或以后发展起来的网络。因此，无论使用的覆盖范围和无线接入协议如何，本申请实施例提供的各个方面可以适用于任何合适的无线网络。

本申请实施例的技术方案还可以应用于各种通信系统，例如：WLAN 通信系统，Wi-Fi 系统、第五代（5th generation, 5G）系统或新无线（new radio, NR）、未来第六代（6th generation, 6G）系统、物联网（internet of things, IoT）网络或车联网（vehicle to x, V2X）等。

上述适用本申请的通信系统仅是举例说明，适用本申请的通信系统不限于此，在此统一说明，以下不再赘述。

图 1 是本身实施例提供的一种无线通信应用场景示意图。如图 1 所示的毫米波通信场景可以支持一个发送端和至少一个接收端之间的通信。例如，发送端和接收端#1、接收端#2 和接收端#3 通信。本申请实施例不限制接收端的个数。本申请实施例不仅适用于发送端和至少一个接收端通信，还适用于接收端和至少一个发送端之间的相互通信。为便于描述，本申请仅以发送端和至少一个接收端通信为例进行说明，但是该描述方式对本申请的技术方案的实际应用范围不具备任何的限定作用。在此统一说明，后文不再赘述。

本申请中的发送端可以是用于与接收端通信的设备，该网络设备可以是全球移动通讯（global system of mobile communication, GSM）系统或码分多址（code division multiple access, CDMA）中的基站（base transceiver station, BTS），也可以是宽带码分多址（wideband code division multiple access, WCDMA）系统中的基站（nodeB, NB），还可以是 LTE 系统中的演进型基站（evolutional nodeB, eNB 或 eNodeB），还可以是云无线接入网络（cloud radio access network, CRAN）场景下的无线控制器，或者该网络设备可以为中继站、接入点、车载设备、可穿戴设备、5G 网络中的网络设备以及未来 6G 网络中的网络设备或者 PLMN 网络中的网络设备等，本申请实施例并不限定。

其中，发送端可以是接收端（如手机）进入有线（或无线）网络的接入点（access point, AP），主要部署于家庭、大楼内部以及园区内部，典型覆盖半径为几十米至上百米，当然，也可以部署于户外。发送端相当于一个连接有线网和无线网的桥梁，主要作用是将各个无线网络客户端连接到一起，然后将无线网络接入以太网。具体的，发送端可以是带有 Wi-Fi 芯片的终端设备（如手机）或者网络设备（如路由器）。发送端可以为支持 802.11be 制式的设备。接入点也可以为支持 802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b、802.11a、802.11ad、802.11ay、802.11aj、802.11bf 以及 802.11be 下一代等 802.11 家族的多种 WLAN 制式的设备。本申请中的发送端可以是支持 mmWave 通信的设备，还可以是适用未来某代 Wi-Fi 标准的发送端。

本申请中的接收端可以指用户设备（user equipment, UE）、接入终端、用户单元、用户站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、终端、无线通信设备、用户代理或用户装置。终端还可以是蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议（session initiation protocol, SIP）电话、无线本地环路（wireless local loop, WLL）站、个人数字处理（personal digital assistant, PDA）、具有无线通信功能的

手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、可穿戴设备，5G 网络中的终端设备，未来 6G 网络中的终端设备或者公用陆地移动通信网络（public land mobile network, PLMN）中的终端设备等，本申请实施例对此并不限定。

其中，接收端可以为无线通讯芯片、无线传感器或无线通信终端等，也可称为用户。例如，接收端可以为支持 Wi-Fi 通讯功能的移动电话、支持 Wi-Fi 通讯功能的平板电脑、支持 Wi-Fi 通讯功能的机顶盒、支持 Wi-Fi 通讯功能的智能电视、支持 Wi-Fi 通讯功能的智能可穿戴设备、支持 Wi-Fi 通讯功能的车载通信设备和支持 Wi-Fi 通讯功能的计算机等等。可选地，站点可以支持 802.11be 制式。站点也可以支持 802.11ax、802.11ac、802.11n、802.11g、802.11b、802.11a、802.11ad、802.11ay、802.11aj、802.11bf、802.11be 下一代等 802.11 家族的 WLAN 制式。

例如，发送端和接收端可以是应用于车联网中的设备，IoT 中的物联网节点、传感器等，智能家居中的智能摄像头，智能遥控器，智能水表电表，以及智慧城市中的传感器等。

如前所描述的，为了克服毫米波频段信号衰减，毫米波频段一般采用模数混合波束赋型的模拟波束。图 2 是本申请实施例提供的一种模数混合波束赋型结构示意图。如图 2 所示，数字波束赋型是基带信号，基带信号和射频信号之间通过中频单元和数模转换器分别实现频率变换和数模转换，每个数字域通道会对应一个移相器网络，每个移相器网络可以生成不同的模拟波束。在本申请实施例，模拟波束还可以称为测量波束、码本波束或者波束。本申请实施例不对涉及的波束的名称做限定。

图 3 是本申请实施例提供的波束对准训练方法的示意图。

IEEE 802.11.ad/ay 标准应用于毫米波频段的通信，图 3 是两种波束对准训练方法。图 3 的（a）所示的是逐包（packet by packet）波束对准训练方法，图 3 的（b）所示的是包内（in-packet）波束对准训练方法。

如图 3 的（a）所示，在时间域上，第一步，发送端可以连续发送多个数据包，每个数据包是一个完整协议数据单元（presentation protocol data unit, PPDU），包括前导和数据。每个数据包可以采用不同的波束发送，不同的波束的方向是根据预存的波束方向角度确定的。如图 3 所示，数据包#1 是通过波束#1 发送给接收端，数据包#2 是通过波束#2 发送给接收端，以此类推，数据包#N 时通过波束#N 发送给接收端。其中，每个数据包的类型可以是扇区扫描数据包（sector sweep packet, SSW packet）或者短扇区扫描数据包（short sector sweep packet, short-SSW packet）。第二步，接收端测量每个数据包的信噪比（signal-to-noise ratio, SNR）。第三步，接收端将测量的 SNR 和相应的波束标识反馈给发送端。第四步，发送端根据接收端反馈的内容，选择最佳发送波束。

为了降低波束对应的开销，在 PPDU 中添加训练（training, TRN）字段。如图 3 的（b）所示，包内波束对准训练方法的大致流程和逐包波束对准训练方法类似，不同的是，包内波束对准训练方法中的第一步仅发送一个 PPDU 数据包，并且 PPDU 中添加多个训练字段，每个训练字段采用不同波束发送。

上述两种波束对准训练方法，都是基于接收端反馈的测量得到的信噪比和相应的波束标识来选择最佳波束，由于被测量的波束都是发送端预定方向的码本波束，并且预定义码本波束的数目有限。因此，在一些场景下无法完全匹配信道方向，接收端无法获得最大的波束增益，进而发送端无法根据测量结果得到最优波束。

一种场景是发送端的码本波束的主瓣并没有和接收端完全对准，例如，图 1 所示的发送端和接收端 #1 之间的位置关系。在这种场景中，发送端预定义的码本波束对角度空间进行划分，发送端位置固定，接收端位置随机，在发送端的码本波束的主瓣和接收端未完全对准，接收端无法获得最大的波束增益，此时发送端根据反馈结果并不能获得最佳波束。

另一种场景时毫米波信道存在非视距（non-line-of-sight, NLOS）场景。图 4 是本申请实施例提供的波束对准训练场景示意图。如图 4 所示，波束#1 遇到障碍物反射之后，到达接收端。单波束无法覆盖所有信道角度方向，导致接收端无法获取全部信道增益，进而接收端根据反馈结果并不能获得最佳波束。

为了解决上述问题，本申请实施例提出了一种波束对准训练方法和装置。下面将结合图 5 至图 11 详细说明。

图 5 是本申请实施例提供的一种波束对准训练方法的流程交互图。应理解，在本申请的交互示意图是以发送端和接收端作为该交互示意图的执行主体为例来示意相应的方法，但本申请并不限制交互示意图的执行主体。例如，图 5 中的发送端也可以是支持发送端实现相应方法的芯片、芯片系统或处理器，还可以是能实现全部或部分发送端功能的逻辑模块或软件。图 5 中的接收端也可以是支持接收端实现相应方

法的芯片、芯片系统或处理器，还可以是能实现全部或部分接收端功能的逻辑模块或软件。

S501，发送端向接收端发送 M 个第一波束测量数据，其中， M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束。第 m 个测量波束对应第 m 个第一波束测量数据。

应理解， M 个测量波束是 N 个测量波束的子集， $N=M$ ，或者 $1 \leq M < N$ 。其中， N 个测量波束为发送端的一个数字域发送通道对应的全部测量波束。

其中，不同的测量波束对应固定不同的方向。应理解， M 个测量波束是 N 个测量波束的真子集， $1 \leq M < N$ 的情况，其具体的实现方式将结合图 6 详细说明。

作为一种可能的实现方式， M 个第一波束测量数据可以承载于一个无数据包（null data packet, NDP），或者 M 个第一波束测量数据承载于一个或 M 个协议数据单元 PPDU 数据包。

例如，在 M 个第一波束测量数据承载于 M 个 PPDU 数据包时，发送端等时间间隔采用 M 个测量波束发送 M 个 PPDU 数据包。具体还可以理解为逐包的波束对准训练方式，详细过程将结合图 7 的（a）详细说明。

又如，在 M 个第一波束测量数据承载于一个无数据包 NDP 或一个 PPBU 数据包时，第一波束测量数据可以是训练字段，发送端在一个数据包中采用 M 个测量波束发送 M 个训练字段。具体还可以理解为包内的波束对准训练方式，或者结合低频 NDP 测量方式，详细过程将结合图 7 的（b）和图 8 详细说明。

S502，接收端根据 M 个第一波束测量数据，确定合并系数集，其中，合并系数集包括 M 个波束加权系数，第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据，第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在 M 个测量波束中的权值， $1 \leq m \leq M$ ， m 和 M 为正整数。

作为一种可能的实现方式，根据 M 个第一波束测量数据，确定 M 个第一信道估计结果；根据 M 个第一信道估计结果，确定全带信道协方差矩阵，全带信道协方差矩阵是根据 K 个子载波对应的 K 个 $M \times M$ 维度的信道协方差矩阵进行求和平均得到的， K 为正整数；对全带信道协方差矩阵进行奇异值分界，得到合并系数集。

应理解，第一信道估计结果具体的表现形式可以是针对第一波束测量数据的估计矩阵。全带信道协方差矩阵表征信道特征空间信息。每个有效子载波可以对应一个基于第一信道估计结果得到的信道协方差矩阵，全带信道协方差矩阵还可以称为全带信道协方差矩阵，是根据 K 个子载波对应的 K 个 $M \times M$ 维度的信道协方差矩阵进行求和平均得到的。

作为一种可能的实现方式，在接收端具有多流传输能力时，接收端基于系统总容量最大化准则，根据 M 个第一波束测量数据，联合计算多个数字域发送通道的合并系数集。

具体地，采用类似串行干扰抵消方式根据 M 个第一波束测量数据依次计算各个数字通道的合并系数集，以协调流间干扰，最大化系统容量。

作为一种可能的实现方式，在接收端具备多波束测量能力时，接收端采用接收端和发送端联合迭代方式计算多波束对应的合并系数集。

S503，接收端向发送端发送合并系数集。

S504，发送端根据合并系数集和 M 个测量波束，确定合并波束。

具体地，通过合并系数集中 M 个波束加权系数对 M 个测量波束进行加权合并，并基于硬件限制约束进行处理后，得到合并波束。

在上述技术方案中，发送端通过获得多个测量波束对应波束加权系数，并结合原本的测量波束，合成新的合并波束，该合并波束可以更好地匹配实际空口信道方向，更好地利用信道增益，进而可以实现波束精对准，并且提升覆盖性能。例如，在接收端未完全对准测量波束主瓣的场景中，通过合并系数集得到的合并波束，可以更好地利用信道增益，实现波束精对准。又如，在毫米波信道存在 NLOS 场景，单个波束无法覆盖所有信道角度时，通过合并系数集得到的合并波束，综合考虑了所有波束的信道增益，实现波束精对准，并且提升覆盖性能。

图 6 是本申请实施例提供的另一种波束对准训练方法的交互示意图。应理解，图 6 所示的执行主体相关说明可以参考图 5，在此不做赘述。

S601，发送端向接收端发送 N 个第二波束测量数据， N 个第二波束测量数据对应 N 个测量波束。

应理解， N 个第二波束测量数据具体可以承载于图 3 的（a）所示的逐包波束对准训练方法中的 PPDU 数据包，或者， N 个第二波束测量数据还可以为承载于图 3 的（b）所示的包内波束对准训练方法中的一个 PPDU 数据包中的 N 个训练字段。不同的测量波束对应固定不同的方向。

具体地, 发送端遍历并采用 N 个测量波束向接收端发送 N 个第二波束测量数据。

S602, 接收端根据 N 个第二波束测量数据, 确定 N 个第二信噪比。

S603, 接收端向发送端发送 N 个第二信噪比。

S604, 发送端根据 N 个第二信噪比, 确定 M 个测量波束。

具体地, 发送端将 N 个第二信噪比中大于第一阈值的第二信噪比对应的测量波束, 确定为 M 个测量波束。

应理解, S601 至 S604 是 M 个测量波束是 N 个测量波束的子集, $1 \leq M < N$ 的情况下, 确定 M 个测量波束的过程。其中, M 个测量波束可以理解为 N 个测量波束中较优的。

S605, 发送端向接收端发送 M 个第一波束测量数据, 其中, M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束, 第 m 个测量波束对应第 m 个第一波束测量数据。

应理解, 关于 S605 的详细过程可以参考 S501, 在此不做赘述。

S606, 接收端根据 M 个第一波束测量数据, 确定合并系数集, 其中, 合并系数集包括 M 个波束加权系数, 第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据, 第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在 M 个测量波束中的权重系数, $1 \leq m \leq M$, m 和 M 为正整数。

作为一种可能的实现方式, 根据 M 个第一波束测量数据, 确定 M 个第一信道估计结果; 根据 M 个第一信道估计结果, 确定全带信道协方差矩阵, 对全带信道协方差矩阵进行奇异值分解, 得到合并系数集。

具体地, 对于发送端只有单个数字域发送通道场景, 发送端时通过数字域发送通道发送 M 个第一波束测量数据, 第 m 个测量波束对应的第 m 个第一信道估计结果记为 $H_m(k)$, 其中, $1 \leq m \leq M$, m 为正整数, k 表示带宽内 K 个有效子载波的编号, $1 \leq k \leq K$, k 和 K 为正整数。M 个第一信道估计结果记为 $H(k) = [H_1(k) \dots H_M(k)]$ 。

具体地, 对于发送端只有单个数字域发送通道场景, 通过公式 (1), 可以得到全带信道协方差矩阵, 其维度为 $M \times M$ 。

$$R = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K H^T(k) H(k) \quad (1)$$

对全带信道协方差矩阵进行奇异值分解, $R = USV^T$ 。其中, V 矩阵第一列向量 v 为合并系数集, 维度为 $M \times 1$ 。

作为一种可能的实现方式, 根据 M 个第一信道估计结果, 确定 M 个第一信噪比。

作为一种可能的实现方式, 根据合并系数集和 M 个第一信道估计结果, 得到合并估计结果; 根据合并估计结果, 确定估计合并信噪比。

具体地, 将 M 个第一信道估计结果和合并系数集相乘, 得到合并估计结果, 具体可以记为 $\tilde{H}(k) = H(k)v$ 。

对于发送端有多个数字域发送通道场景, 每个数字域发送通道都可以发送多个第一波束测量数据, 相应地, 每个数字域发送通道对应多个第一信道估计结果。

对于发送端有多个数字域发送通道场景, 接收端可以针对每个数字域发送通道都可计算出一个全带信道协方差矩阵, 记为 R_i 。相应地, 对每个全带信道协方差矩阵进行奇异值分解 $R_i = U_i S_i V_i^T$ 。其中, 每个 V_i 矩阵的第一列向量 v_i 为每个数字域发送通道对应的合并系数集。

S607, 接收端向发送端发送合并系数集、M 个第一信噪比和估计合并信噪比。

具体地, 接收端可以对合并系数集、M 个第一信噪比和估计合并信噪比进行压缩, 并将压缩结果反馈给发送端。

S608, 发送端根据合并系数集和 M 个测量波束, 得到合并波束。

具体地, 通过合并系数集中 M 个波束加权系数对 M 个测量波束进行加权合并, 并基于硬件限制约束进行处理后, 得到合并波束。

S609, 发送端根据 M 个第一信噪比和估计合并信噪比, 确定采用合并波束或目标波束进行数据传输, 目标波束对应的第一信噪比为 M 个第一信噪比中最大的。

作为一种可能的实现方式, 如果估计合并信噪比大于 M 个第一信噪比中的最大的第一信噪比, 则确定采用合并波束进行数据传输。

作为一种可能的实现方式,如果估计合并信噪比小于或等于 M 个第一信噪比中最大的第一信噪比,则确定采用目标波束进行数据传输。

图 6 所示的波束对准训练方法和图 5 所示的波束对准训练方法的区别在于,图 6 中 S605 发送 M 个第一波束测量数据采用的 M 个测量波束是经过 S601 至 S604 筛选得到的。

在上述技术方案中,将经过一轮波束对准训练得到的测量波束用于下一轮波束对准训练,可以降低波束开销以及接收端的计算量,并且可以限制下一轮包内波束对准训练时测量波束的信噪比波动,进而使得计算的得到的合并系数集更加准确。

下面将结合图 7 和图 8 详细说明不同的第一波束测量数据的类型的波束对准训练方法。

图 7 是本申请实施例提供的又一种波束对准训练方法的交互示意图。图 7 的 (a) 是 M 个第一波束测量数据承载于 M 个数据包(例如, M 个 PPDU 数据包)的逐包波束对准训练方法。

S1,发送端采用 M 个测量波束连续向接收端发送 M 个数据包,每个数据包都是完整的 PPDU 数据包。其中, M 个数据包的类型可以是 SSW 数据包或者还可以是 short-SSW 数据包。

S2,接收端根据 M 个数据包,确定合并系数集。应理解,具体可能的实现方式已经在图 5 和图 6 中详细说明,在此不做赘述。

S3,接收端向发送端反馈合并系数集。应理解,合并系数集的详细解释可以参考 S502 和 S606。

可选地,接收端还向发送端反馈 M 个第一信噪比和估计合并信噪比。其中,合并系数集、 M 个第一信噪比和估计合并信噪比可以压缩后一起反馈给发送端。

S4,发送端根据合并系数集和 M 个测量波束,确定合并波束。

S5,发送端采用目标波束或者采用合并波束进行数据传输。应理解,详细确定采用目标波束,还是采用合并波束的具体过程可以参考 S609,在此不做赘述。

图 7 的 (b) 是 M 个第一波束测量数据是承载于一个数据包(例如,一个 PPDU 数据包)中 M 个训练字段对应的包内波束对准训练方法。图 7 的 (b) 和图 7 的 (a) 的区别在于 S1 中在一个数据包中采用 M 个测量波束发送 M 个训练字段, M 个训练字段在同一个数据包中,其余步骤类似,在此不做赘述。

这样,如果 M 个测量波束是经过图 6 中第一轮筛选后的信噪比差异较小的测量波束通过包内波束对准训练,可以限制下一轮包内波束对准训练时测量波束的信噪比波动,得到的合并系数集更加准确,并且可以减少带宽资源和信令开销。

当前 WLAN 高低频协议是独立的,下一代 WLAN 技术会朝着高低频融合方向发展。当前主线 Wi-Fi 协议(例如,802.11ac/ax/be)主要应用于 Sub7GHz 低频场景,下一代主线 Wi-Fi 协议中考虑集成毫米波高频。

图 8 是本申请实施例提供的再一种波束对准训练方法的交互示意图。图 8 所示的波束对准方法可以兼容当前主线 Wi-Fi 协议应用的低频场景,也可以兼容下一代主线 Wi-Fi 协议应用的高低频融合的场景。

如图 8 所示,在时间域上,发送端向接收端发送无数据包通知(null data packet announcement, NDPA)。其中,NDPA 用于通知接收端后续 NDP 的存在,并指示接收端进行信道测量并反馈。

S1,发送端在一个 NDP 中采用 M 个测量波束发送 M 个训练字段。

其中,在当前 NDP 的数据结构中增加了 M 个训练(TRN)字段。NDP 是不携带数据域的 PPDU, NDP 用于信道测量。

对于高频信号可以通过 S2 实现信道估计。

S2,根据 M 个训练字段,确定合并系数集。应理解,具体可能的实现方式已经在图 5 和图 6 中详细说明,在此不做赘述。

对于低频信号可以通过 S3 实现信道估计。

S3,对每个有效子载波信道进行奇异值分解,得到数字域权重和信噪比。

这样,对于高频信号 S2 中对全带信道协方差矩阵采用奇异值分解,得到合并系数集的情况,不仅复杂度低,而且可以沿用当前主线 Wi-Fi 协议的信道测量压缩反馈的方式,兼容性好。

对于高频信号可以通过 S4 反馈结果。

S4,接收端向发送端反馈合并系数集。应理解,合并系数集的详细解释可以参考 S502 和 S606。

可选地,接收端还向发送端反馈 M 个第一信噪比和估计合并信噪比。其中,合并系数集、 M 个第一信噪比和估计合并信噪比可以压缩后一起反馈给发送端。

对于低频信号可以通过如下步骤反馈结果。

可选地,接收端对 S3 的数字域权重和信噪比进行压缩反馈。

对于高频信号可以通过 S5 和 S6 实现后续的数据传输, S5 和 S6 的详细过程可以参考图 5 中的 S508 和 S509, 在此不做赘述。

对于低频信号可以根据发送端反馈的数字域权重和信噪比实现后续的数据传输。

以上, 结合图 5 至图 8 详细说明了本申请实施例提供的波束对准训练方法。可以理解的是, 为了实现上述功能, 其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。

本领域技术人员应该可以意识到, 结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤, 本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行, 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能, 但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

以下, 结合图 9 至图 11 详细说明本申请实施例提供的波束对准训练装置。应理解, 装置实施例的描述与方法实施例的描述相互对应, 因此, 未详细描述的内容可以参见上文方法实施例, 为了简洁, 部分内容不再赘述。

图 9 是本申请实施例提供的一种波束对准训练装置 900 的示意图。该装置 900 可以包括处理单元 920, 处理单元 920 用于进行数据处理。该装置 900 还可以包括收发单元 910, 收发单元 910 可以实现相应的通信功能, 收发单元 910 还可以称为通信接口或通信单元或接口单元。应理解, 对于本申请所涉及的发送和接收等操作, 如果没有特殊说明, 或者, 如果未与其在相关描述中的实际作用或者内在逻辑相抵触, 则可以更加一般性的理解为输出和输入等操作, 而不是直接由射频电路和天线所进行的发送和接收操作。

可选地, 该装置 900 还可以包括存储单元, 该存储单元可以用于存储指令和/或数据, 处理单元 920 可以读取存储单元中的指令和/或数据, 以使得装置实现前述方法实施例。

该装置 900 可以用于执行上文方法实施例中发送端所执行的动作, 这时, 该装置 900 可以为通信设备或者可配置于通信设备的部件, 收发单元 910 用于执行上文方法实施例中通信设备侧的收发相关的操作, 处理单元 920 用于执行上文方法实施例中发送端的处理相关的操作。

作为一种设计, 该装置 900 用于执行上文图 5 至图 8 所示的方法实施例中波束对准训练中的发送端所执行的动作。执行主体可以是支持发送端实现相应方法的芯片、芯片系统或处理器, 还可以是能实现全部或部分发送端功能的逻辑模块或软件。

具体地, 收发单元 910 用于, 接收 M 个第一波束测量数据, M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束。

处理单元 920 用于, 据 M 个第一波束测量数据, 确定合并系数集, 合并系数集包括 M 个波束加权系数, 第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据, 第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在 M 个测量波束中的权值, $1 \leq m \leq M$, m 和 M 为正整数。

收发单元 910 用于, 发送合并系数集。

未详细描述之处可以参考上述方法实施例。

作为一种设计, 该波束对准训练装置 900 用于执行上文图 5 至图 8 所示的方法实施例中波束对准训练中的接收端所执行的动作。执行主体可以是支持接收端实现相应方法的芯片、芯片系统或处理器, 还可以是能实现全部或部分接收端功能的逻辑模块或软件。

具体地, 收发单元 910 用于, 接收 M 个第一波束测量数据, M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束。处理单元 920 用于, 根据 M 个第一波束测量数据, 确定合并系数集, 合并系数集包括 M 个波束加权系数, 第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据, 第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在 M 个测量波束中的权值, $1 \leq m \leq M$, m 和 M 为正整数。收发单元 910 用于, 发送合并系数集。

未详细描述之处可以参考上述方法实施例。

应理解, 各单元执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明, 为了简洁, 在此不再赘述。

上文实施例中的处理单元 920 可以由至少一个处理器或处理器相关电路实现。收发单元 910 可以由收发器或收发器相关电路实现。存储单元可以通过至少一个存储器实现。

图 10 是本申请实施例提供的一种波束对准训练装置 1000 的示意性结构图。

如图 10 所示, 本申请实施例还提供一种波束对准训练装置 1000。该装置 1000 包括处理器 1010, 处理器 1010 与存储器 1020 耦合, 存储器 1020 用于存储计算机程序或指令和/或数据, 处理器 1010 用于执

行存储器 1020 存储的计算机程序或指令和/或数据,使得上文方法实施例中的方法被执行。

可选的,该装置 1000 包括的处理器 1010 为一个或多个。

可选的,如图 10 所示,该装置 1000 还可以包括存储器 1020。

可选的,该装置 1000 包括的存储器 1020 可以为一个或多个。

可选的,该存储器 1020 可以与该处理器 1010 集成在一起,或者分离设置。

可选的,如图 10 所示,该装置 1000 还可以包括收发器 1030,收发器 1030 用于信号的接收和/或发送。例如,处理器 1010 用于控制收发器 1030 进行信号的接收和/或发送。

作为一种方案,该装置 1000 用于实现上文方法实施例中由发送端或接收端执行的操作。

例如,处理器 1010 用于实现上文方法实施例中由发送端或接收端执行的收发相关的操作,收发器 1030 用于实现上文方法实施例中由发送端或接收端执行的收发相关的操作。

图 11 是本申请实施例提供的一种芯片系统 1100 的示意图,如图 11 所示。该芯片系统 1100 (或者也可以称为处理系统)包括逻辑电路 1110 以及输入/输出接口(input/output interface) 1120,逻辑电路用于与输入接口耦合,通过输入/输出接口传输数据参数,以执行上文方法实施例中的方法。安装该芯片系统 1100 的设备可以实现本申请实施例的方法和功能。例如,逻辑电路 1110 可以为芯片系统 1100 中的处理电路,实现对安装了该芯片系统 1100 的设备的控制,还可以耦合连接存储单元,调用存储单元中的指令,使得设备可以实现本申请实施例的方法和功能,输入/输出接口 1120,可以为芯片系统 1100 中的输入输出电路,将芯片系统 1100 处理好的信息输出,或将待处理的数据或信令信息输入芯片系统 1100 进行处理。

作为一种方案,该芯片系统 1100 用于实现上文方法实施例中由波束对准训练装置(如发送端或接收端)执行的操作。

例如,逻辑电路 1110 用于实现上文方法实施例中由发送端或接收端执行的收发相关的操作,输入/输出接口 1120 用于实现上文方法实施例中由发送端或接收端执行的收发相关的操作。

本申请实施例还提供一种通信系统,该通信系统包括实现上述方法实施例中波束对准训练方法中的一个或多个发送端和一个或多个接收端。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有用于实现上述方法实施例中由波束对准训练装置(如发送端或接收端)执行的方法的计算机指令。

例如,该计算机程序被计算机执行时,使得该计算机可以实现上述方法实施例中由波束对准训练装置(如发送端或接收端)执行的方法。

本申请实施例还提供一种包含指令的计算机程序产品,该指令被计算机执行时使得该计算机实现上述方法实施例中由波束对准训练装置(如发送端或接收端)执行的方法。

上述提供的任一种装置中相关内容的解释及有益效果可参考上文提供的对应的方法实施例,此处不再赘述。

应理解,本申请实施例中提及的处理器可以是中央处理单元(central processing unit, CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(digital signal processor, DSP)、专用集成电路(application specific integrated circuit, ASIC)、现成可编程门阵列(field programmable gate array, FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

还应理解,本申请实施例中提及的存储器可以是易失性存储器和/或非易失性存储器。其中,非易失性存储器可以是只读存储器(read-only memory, ROM)、可编程只读存储器(programmable ROM, PROM)、可擦除可编程只读存储器(erasable PROM, EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(electrically EPROM, EEPROM)或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器(random access memory, RAM)。例如,RAM 可以用作外部高速缓存。作为示例而非限定,RAM 可以包括如下多种形式:静态随机存取存储器(static RAM, SRAM)、动态随机存取存储器(dynamic RAM, DRAM)、同步动态随机存取存储器(synchronous DRAM, SDRAM)、双倍数据速率同步动态随机存取存储器(double data rate SDRAM, DDR SDRAM)、增强型同步动态随机存取存储器(enhanced SDRAM, ESDRAM)、同步连接动态随机存取存储器(synclink DRAM, SLDRAM)和直接内存总线随机存取存储器(direct rambus RAM, DR RAM)。

需要说明的是,当处理器为通用处理器、DSP、ASIC、FPGA 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者

晶体管逻辑器件、分立硬件组件时，存储器（存储模块）可以集成在处理器中。

还需要说明的是，本文描述的存储器旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

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。另一点，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，可以是电性，机械或其它的形式。

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实施例方案的目的。

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，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能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时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。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。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器 ROM、随机存取存储器 RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

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。

1. 一种波束对准训练方法，其特征在于，包括：

发送端发送 M 个第一波束测量数据，所述 M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束；

所述发送端接收合并系数集，所述合并系数集是接收端根据所述 M 个第一波束测量数据确定的，所述合并系数集包括 M 个波束加权系数，第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据，所述第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在所述 M 个测量波束中的权值， $1 \leq m \leq M$ ， m 和 M 为正整数；

所述发送端根据所述合并系数集和所述 M 个测量波束，确定合并波束。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述发送端发送 M 个第一波束测量数据之前，所述方法还包括：

所述发送端发送 N 个第二波束测量数据，所述 N 个第二波束测量数据对应 N 个测量波束；

所述发送端接收 N 个第二信噪比，第 n 个第二信噪比和第 n 个测量波束对应；

将所述 N 个第二信噪比中大于预设阈值的第二信噪比对应的测量波束，确定为所述 M 个测量波束， $1 \leq n \leq N$ ， n 和 N 为正整数， $M < N$ 。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述发送端接收 M 个第一信噪比和估计合并信噪比，所述 M 个第一信噪比是所述接收端根据所述 M 个第一波束测量数据得到的，所述估计合并信噪比是所述接收端根据所述 M 个第一波束测量数据和所述合并系数集确定的；

所述发送端根据所述 M 个第一信噪比和所述估计合并信噪比，确定采用所述合并波束进行数据传输，或者，确定采用所述 M 个第一信噪比中最大的第一信噪比对应的测量波束发送进行数据传输。

4. 根据权利要求 1 至 3 任一项所述的方法，其特征在于，所述 M 个第一波束测量数据承载于一个无数据报 NDP，或者所述 M 个第一波束测量数据承载于一个或 M 个协议数据单元 PPDU 数据包。

5. 一种波束对准训练方法，其特征在于，包括：

接收端接收 M 个第一波束测量数据，所述 M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束；

所述接收端根据所述 M 个第一波束测量数据，确定合并系数集，所述合并系数集包括 M 个波束加权系数，第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据，所述第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在所述 M 个测量波束中的权值， $1 \leq m \leq M$ ， m 和 M 为正整数；

所述接收端发送所述合并系数集。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述接收端根据所述 M 个第一波束测量数据，确定合并系数集包括：

所述接收端根据所述 M 个第一波束测量数据，确定 M 个第一信道估计结果；

所述接收端确定所述 M 个第一信道估计结果对应的全带信道协方差矩阵，所述全带信道协方差矩阵是根据 K 个子载波对应的 K 个 $M \times M$ 维度的信道协方差矩阵进行求和平均得到的， K 为正整数；

所述接收端对所述全带信道协方差矩阵进行奇异值分解，得到所述合并系数集。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，在所述接收端接收 M 个第一波束测量数据之前，所述方法还包括：

所述接收端接收 N 个第二波束测量数据，所述 N 个第二波束测量数据对应 N 个测量波束， $1 \leq n \leq N$ ， n 和 N 为正整数；

所述接收端根据所述 N 个第二波束测量数据，确定 N 个第二信噪比，第 n 个第二信噪比和第 n 个测量波束对应；

所述接收端发送所述 N 个第二信噪比。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述接收端根据所述合并系数集和 M 个第一信道估计结果，确定合并估计结果；

所述接收端根据所述合并估计结果，确定估计合并信噪比；

所述接收端根据所述 M 个第一信道估计结果，确定 M 个第一信噪比；

所述接收端发送所述 M 个第一信噪比和所述估计合并信噪比。

9. 根据权利要求 5 至 8 任一项所述的方法，其特征在于，所述 M 个第一波束测量数据承载于一个无

数据包 NDP, 或者所述 M 个第一波束测量数据承载于一个或 M 个协议数据单元 PPDU 数据包。

10. 一种波束对准训练装置, 其特征在于, 包括收发单元和处理单元:

所述收发单元用于, 发送 M 个第一波束测量数据, 所述 M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束;

所述收发单元用于, 接收合并系数集, 所述合并系数集是接收端根据所述 M 个第一波束测量数据确定的, 所述合并系数集包括 M 个波束加权系数, 第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据, 所述第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在所述 M 个测量波束中的权值, $1 \leq m \leq M$, m 和 M 为正整数;

所述处理单元用于, 根据所述合并系数集和所述 M 个测量波束, 确定合并波束。

11. 根据权利要求 10 所述的装置, 其特征在于, 在所述收发单元用于, 发送 M 个第一波束测量数据之前, 所述收发单元还用于:

发送 N 个第二波束测量数据, 所述 N 个第二波束测量数据对应 N 个测量波束;

接收 N 个第二信噪比, 第 n 个第二信噪比和第 n 个测量波束对应;

所述处理单元还用于:

将所述 N 个第二信噪比中大于预设阈值的第二信噪比对应的测量波束, 确定为所述 M 个测量波束, $1 \leq n \leq N$, n 和 N 为正整数, $M < N$ 。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的装置, 其特征在于, 所述收发单元还用于:

接收 M 个第一信噪比和估计合并信噪比, 所述 M 个第一信噪比是所述接收端根据所述 M 个第一波束测量数据得到的, 所述估计合并信噪比是所述接收端根据所述 M 个第一波束测量数据和所述合并系数集确定的;

所述处理单元还用于: 根据所述 M 个第一信噪比和所述估计合并信噪比, 确定采用所述合并波束进行数据传输, 或者, 确定采用所述 M 个第一信噪比中最大的第一信噪比对应的测量波束发送进行数据传输。

13. 根据权利要求 10 至 12 任一项所述的装置, 其特征在于, 所述 M 个第一波束测量数据承载于一个无数据包 NDP, 或者所述 M 个第一波束测量数据承载于一个或 M 个协议数据单元 PPDU 数据包。

14. 一种波束对准训练装置, 其特征在于, 包括收发单元和处理单元:

所述收发单元用于接收 M 个第一波束测量数据, 所述 M 个第一波束测量数据对应 M 个测量波束;

所述处理单元用于根据所述 M 个第一波束测量数据, 确定合并系数集, 所述合并系数集包括 M 个波束加权系数, 第 m 个波束加权系数对应第 m 个第一波束测量数据, 所述第 m 个波束加权系数表示第 m 个测量波束在所述 M 个测量波束中的权值, $1 \leq m \leq M$, m 和 M 为正整数;

所述收发单元用于发送所述合并系数集。

15. 根据权利要求 14 所述的装置, 其特征在于, 所述处理单元具体用于:

根据所述 M 个第一波束测量数据, 确定 M 个第一信道估计结果;

确定所述 M 个第一信道估计结果对应的全带信道协方差矩阵, 所述全带信道协方差矩阵是根据 K 个子载波对应的 K 个 $M \times M$ 维度的信道协方差矩阵进行求和平均得到的, K 为正整数;

对所述全带信道协方差矩阵进行奇异值分解, 得到所述合并系数集。

16. 根据权利要求 15 所述的装置, 其特征在于, 在所述收发单元用于接收 M 个第一波束测量数据之前, 所述收发单元还用于:

接收 N 个第二波束测量数据, 所述 N 个第二波束测量数据对应 N 个测量波束, $1 \leq n \leq N$, n 和 N 为正整数;

所述处理单元还用于根据所述 N 个第二波束测量数据, 确定 N 个第二信噪比, 第 n 个第二信噪比和第 n 个测量波束对应;

所述收发单元还用于发送所述 N 个第二信噪比。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的装置, 其特征在于, 所述处理单元还用于:

根据所述合并系数集和 M 个第一信道估计结果, 确定合并估计结果;

根据所述合并估计结果, 确定估计合并信噪比;

根据所述 M 个第一信道估计结果, 确定 M 个第一信噪比;

所述收发单元还用于发送所述 M 个第一信噪比和所述估计合并信噪比。

18. 根据权利要求 14 至 17 任一项所述的装置, 其特征在于, 所述 M 个第一波束测量数据承载于一个无数据包 NDP, 或者所述 M 个第一波束测量数据承载于一个或 M 个协议数据单元 PPDU 数据包。

19. 一种波束对准训练装置，其特征在于，包括处理器，所述处理器与存储器耦合，所述存储器用于存储计算机程序或指令，所述处理器用于执行存储器中的所述计算机程序或指令，使得所述装置执行如权利要求 1 至 9 中任一项所述的方法。

20. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1 至 9 中任一项所述的方法。

21. 一种芯片，其特征在于，所述芯片与存储器耦合，用于读取并执行所述存储器中存储的程序指令，以实现如权利要求 1 至 9 中任一项所述的方法。