



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105406930 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201510889072. 0

(22) 申请日 2015. 12. 07

(71) 申请人 北京星河亮点技术股份有限公司

地址 100102 北京市朝阳区望京利泽中二路  
2号望京科技园A座三层

(72) 发明人 孙宇光 唐恬 张治

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 李相雨

(51) Int. Cl.

H04B 17/391(2015. 01)

H04B 17/12(2015. 01)

H04B 17/21(2015. 01)

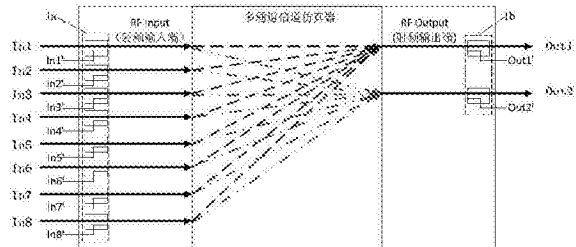
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

多通道信道仿真器、终端一致性测试系统及相位校准系统

(57) 摘要

本发明提供一种多通道信道仿真器、终端一致性测试系统及相位校准系统,该多通道信道仿真器每一射频输入端连接有一个第一定向耦合器,第一定向耦合器的主播导端口为终端测试用输入端口,第一定向耦合器的耦合端口为第一相位校准用端口;每一射频输出端连接有一个第二定向耦合器,第二定向耦合器的主播导端口为终端测试用输出端口,第二定向耦合器的耦合端口为第二相位校准用端口。该信道仿真器能解决信道仿真器在相位校准、终端射频一致性测试、更换频点、修改输入/输出功率和重新开关仪表等过程中多次连接操作带来的不确定度增加的问题,大大提高了性测及相位校准的效率,极大降低了相位校准的工作量。



1. 一种多通道信道仿真器,其特征在于,每一射频输入端连接有一个第一定向耦合器,所述第一定向耦合器的主播导端口为终端测试用输入端口,所述第一定向耦合器的耦合端口为第一相位校准用端口;

每一射频输出端连接有一个第二定向耦合器,所述第二定向耦合器的主播导端口为终端测试用输出端口,所述第二定向耦合器的耦合端口为第二相位校准用端口;

其中,所述多通道信道仿真器包括 M 个射频输入端和 N 个射频输出端, M 个射频输入与 N 个射频输出构成  $M \times N$  条逻辑通道, M 和 N 均为大于等于 2 的整数。

2. 根据权利要求 1 所述的多通道信道仿真器,其特征在于,所述终端测试用输入端口,用于与终端射频一致性测试系统的系统模拟器连接;

所述终端测试用输出端口,用于与终端射频一致性测试系统的被测终端连接。

3. 一种终端射频一致性测试系统,其特征在于,包括:系统模拟器、被测终端、相位校准装置和权利要求 1-2 中任一项所述多通道信道仿真器;

所述多通道信道仿真器的终端测试用输入端口与所述系统模拟器连接,所述多通道信道仿真器的终端测试用输出端口与所述被测终端连接;

所述相位校准装置,分别与所述多通道信道仿真器的第一相位校准用端口和第二相位校准用端口连接,用于对所述多通道信道仿真器中的所有逻辑通道进行相位校准。

4. 根据权利要求 3 所述的终端射频一致性测试系统,其特征在于,所述相位校准装置,包括:射频切换箱和网络分析仪;

所述射频切换箱,分别与所述多通道信道仿真器的第一相位校准用端口、第二相位校准用端口、以及所述网络分析仪的两个测试端口连接,用于通过所述射频切换箱中的开关,切换所述多通道信道仿真器中与所述网络分析仪连通的逻辑通道;

所述网络分析仪,用于对所述多通道信道仿真器中与其连通的逻辑通道进行相位校准。

5. 一种相位校准系统,其特征在于,包括:相位校准装置和权利要求 1-2 中任一项所述多通道信道仿真器;

所述相位校准装置,分别与所述多通道信道仿真器的第一相位校准用端口和第二相位校准用端口连接,用于对所述多通道信道仿真器中的所有逻辑通道进行相位校准。

6. 根据权利要求 5 所述的相位校准系统,其特征在于,所述相位校准装置,包括:射频切换箱和网络分析仪;

所述射频切换箱,分别与所述多通道信道仿真器的第一相位校准用端口、第二相位校准用端口、以及所述网络分析仪的两个测试端口连接,用于通过所述射频切换箱中的开关,切换所述多通道信道仿真器中与所述网络分析仪连通的逻辑通道;

所述网络分析仪,用于对所述多通道信道仿真器中与其连通的逻辑通道进行相位校准。

## 多通道信道仿真器、终端一致性测试系统及相位校准系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信技术领域,尤其涉及一种多通道信道仿真器、终端射频一致性测试系统及相位校准系统。

### 背景技术

[0002] 无线通信系统的终端射频一致性测试中,一定会包含对于终端正确接收和解调经过复杂无线信道衰落环境的信号的能力的评估测试。射频一致性测试中所需要的各种复杂无线信道衰落环境会以标准的形式定义在一致性测试协议规范中,如中国移动运营的第三代移动通信技术(3rd-Generation,简称3G)无线通信制式时分同步码分多址(Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access,简称TD-SCDMA)的终端射频一致性测试,遵循第三代合作伙伴计划(3rd Generation Partnership Project,简称3GPP)TS34.122协议,该协议的附录D就定义了相关的复杂衰落环境。无线信道仿真器(Channel Emulator,简称CE)最主要的功能就是在实验室中提供模拟复杂无线信道的能力,使得终端研发厂商、检测机构无需在真实的外场进行测试,降低了测试成本与开发周期,如图1所示。

[0003] 传统的信道仿真器在搭建测试系统后,正式测试之前需要对经过信道仿真器的测试系统进行功率校准和相位校准。对于每台信道仿真器,仪表厂商在出厂前都会有功率校准和计量。造成延迟的原因主要是射频传输路径的长度差异、有源射频器件的群时延特性的不一致。对于M\*N的多输入多输出系统(Multiple-Input Multiple-Output,简称MIMO)测试系统(M和N均为大于等于2的整数),信道仿真器的M个射频输入端都分别有各自的延迟(相位差),N个射频输出同样分别都有各自的延迟。因此M个输入分别与N个输出搭配构成M\*N个逻辑信道,也就有M\*N种不同的延迟。因此相位校准需要对于每条逻辑通路分别进行校准,才能保证每条“Input m→Output n( $m \in M, n \in N$ )”的相位保持一致。以进行8\*2单向MIMO接收性能测试为例,如图2,逻辑通道有 $8*2 = 16$ 条。现有对信道仿真器进行相位校准是采用网络分析仪,对每条逻辑通道“Input m→Output n( $m \in M, n \in N$ )”的延迟进行标定,并选择其中1条作为标准,如“Input 1→Output 1”,其他逻辑通道与“Input 1→Output 1”的延迟差异在信道仿真器的设置中进行补偿,如图3所示。

[0004] 但是应用传统的信道仿真器和相位校准方法,8\*2 MIMO需要校准16条逻辑通道,每校准一条新的逻辑通道还需要重新更换网络分析仪的输入/输出端口与信道仿真仪输入/输出的连接,8\*2 MIMO需重新接线 $8*2*2 = 32$ 次,完成校准后实际执行终端射频一致性测试前又需将8根输入接到系统模拟器(System Simulator,简称SS)上,2根输出接到被测终端(Device Under Test,简称DUT)上,整个工作过程非常繁复,多次的重新拧线和连接操作会带来相应的不确定度的增加;并且以目前各大仪表厂商的技术能力,每次相位校准只能保证不关机下工作24小时,之后还需重新校准;另外更换频点、修改输入/输出功率、重新开关仪表都需要重新进行校准。这样系统校准时间可能会占到整个测试时间的50%,极大的增加了测试时间和测试成本。

[0005] 而且随着无线终端应用爆发式的发展,对于用户数据速率的需求也与日俱增,各大运营商也如火如荼的推动无线通信制式和技术的发展与演进,长期演进技术升级版(LTE-Advanced,简称LTE-A)、时分双工技术的长期演进TDD+和第五代移动通信技术(5-Generation,简称5G)都在加速部署之中。其中智能天线、大规模多输入多输出系统Massive MIMO、3D-MIMO等多天线技术作为提升用户速率的重要手段日益受到各大厂商的重视。这些技术对于收发天线数的需求相比原来2G/3G有着成倍的增加。

[0006] 鉴于此,如何解决信道仿真器在相位校准、终端射频一致性测试、更换频点、修改输入/输出功率和重新开关仪表等过程中多次连接操作带来的不确定度增加、效率低的问题成为目前需要解决的技术问题。

## 发明内容

[0007] 为解决上述的技术问题,本发明提供一种多通道信道仿真器、终端射频一致性测试系统及相位校准系统,能够解决信道仿真器在相位校准、终端射频一致性测试、更换频点、修改输入/输出功率和重新开关仪表等过程中多次连接操作带来的不确定度增加的问题,提高性测及相位校准的效率,极大降低了相位校准的工作量。

[0008] 第一方面,本发明提供一种多通道信道仿真器,其特征在于,每一射频输入端连接有一个第一定向耦合器,所述第一定向耦合器的主播导端口为终端测试用输入端口,所述第一定向耦合器的耦合端口为第一相位校准用端口;

[0009] 每一射频输出端连接有一个第二定向耦合器,所述第二定向耦合器的主播导端口为终端测试用输出端口,所述第二定向耦合器的耦合端口为第二相位校准用端口;

[0010] 其中,所述多通道信道仿真器包括M个射频输入端和N个射频输出端,M个射频输入与N个射频输出构成M×N条逻辑通道,M和N均为大于等于2的整数。

[0011] 可选地,所述终端测试用输入端口,用于与终端射频一致性测试系统的系统模拟器连接;

[0012] 所述终端测试用输出端口,用于与终端射频一致性测试系统的被测终端连接。

[0013] 第二方面,本发明提供一种终端射频一致性测试系统,包括:系统模拟器、被测终端、相位校准装置和上述多通道信道仿真器;

[0014] 所述多通道信道仿真器的终端测试用输入端口与所述系统模拟器连接,所述多通道信道仿真器的终端测试用输出端口与所述被测终端连接;

[0015] 所述相位校准装置,分别与所述多通道信道仿真器的第一相位校准用端口和第二相位校准用端口连接,用于对所述多通道信道仿真器中的所有逻辑通道进行相位校准。

[0016] 可选地,所述相位校准装置,包括:射频切换箱和网络分析仪;

[0017] 所述射频切换箱,分别与所述多通道信道仿真器的第一相位校准用端口、第二相位校准用端口、以及所述网络分析仪的两个测试端口连接,用于通过所述射频切换箱中的开关,切换所述多通道信道仿真器中与所述网络分析仪连通的逻辑通道;

[0018] 所述网络分析仪,用于对所述多通道信道仿真器中与其连通的逻辑通道进行相位校准。

[0019] 第三方面,本发明提供一种相位校准系统,包括:相位校准装置和上述多通道信道仿真器;

[0020] 所述相位校准装置,分别与所述多通道信道仿真器的第一相位校准用端口和第二相位校准用端口连接,用于对所述多通道信道仿真器中的所有逻辑通道进行相位校准。

[0021] 可选地,所述相位校准装置,包括:射频切换箱和网络分析仪;

[0022] 所述射频切换箱,分别与所述多通道信道仿真器的第一相位校准用端口、第二相位校准用端口、以及所述网络分析仪的两个测试端口连接,用于通过所述射频切换箱中的开关,切换所述多通道信道仿真器中与所述网络分析仪连通的逻辑通道;

[0023] 所述网络分析仪,用于对所述多通道信道仿真器中与其连通的逻辑通道进行相位校准。

[0024] 由上述技术方案可知,本发明的多通道信道仿真器、终端射频一致性测试系统及相位校准系统,能够解决信道仿真器在相位校准、终端射频一致性测试、更换频点、修改输入/输出功率和重新开关仪表等过程中多次连接操作带来的不确定度增加的问题,提高测试及相位校准的效率,极大降低了相位校准的工作量。

### 附图说明

[0025] 图1为实验室采用信道仿真器搭建的终端射频一致性测试环境的示意图;

[0026] 图2为现有技术中一种单向8\*2 MIMO性能测试信道仿真器内部逻辑通路的示意图;

[0027] 图3为现有技术中一种单向8\*2 MIMO性能测试信道仿真器相位校准的示意图;

[0028] 图4为本发明一实施例提供的以单向8\*2 MIMO为例的一种多通道信道仿真器的结构示意图;

[0029] 图5为本发明一实施例提供的一种终端射频一致性测试系统的结构示意图;

[0030] 图6为本发明一实施例提供的一种相位校准系统的结构示意图。

### 具体实施方式

[0031] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他的实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 本发明实施例提供一种多通道信道仿真器,图4示出了该实施例提供的一种以单向8\*2 MIMO为例的多通道信道仿真器1(即 $M=8, N=2$ ),本实施例所述多通道信道仿真器1的每一射频输入端( $In1 \sim InM$ )连接有一个第一定向耦合器1a,所述第一定向耦合器1a的主播导端口为终端测试用输入端口,所述第一定向耦合器1a的耦合端口为第一相位校准用端口;

[0033] 每一射频输出端( $Out1 \sim OutN$ )连接有一个第二定向耦合器1b,所述第二定向耦合器1b的主播导端口为终端测试用输出端口,所述第二定向耦合器1b的耦合端口为第二相位校准用端口;

[0034] 其中,所述多通道信道仿真器1包括M个射频输入端和N个射频输出端,M个射频输入与N个射频输出构成 $M \times N$ 条逻辑通道,M和N均为大于等于2的整数。

[0035] 在具体应用中,所述终端测试用输入端口,用于与终端射频一致性测试系统的系

统模拟器连接；

[0036] 所述终端测试用输出端口,用于与终端射频一致性测试系统的被测终端连接。

[0037] 应说明的是,第一、二定向耦合器是一种无源器件,可以保证主播导通道与耦合通道的时延特性非常稳定。各个定向耦合器之间的主播导通道与耦合通道的时延差可以在仪表出厂前准确的测量并校准。同时定向耦合器主波导通道的插损通常小于 0.3dB,相比于功分器等器件,最大程度的保障的信道仿真器的最大输出功率基本不降低,接收噪底几乎没有增加。

[0038] 传统技术中,对信道仿真器进行相位校准与终端测试是同一端口,这样在相位校准时信道仿真器的输入\输出端口需要与网络分析仪连接,而实际测试时这些端口又需要再与 SS、DUT 连接,校准后又重新连接的操作会引入新的不确定度(如接口拧的松紧程度,接线的折弯等都很难去量化)。而对本实施例的多通道信道仿真器进行相位校准使用的是定向耦合器的耦合端口,而实际终端测试使用的是定向耦合器的主播导端口。相位校准与终端射频一致性测试分别使用的是独立的端口,这样信道仿真器与系统模拟器 SS、被测终端 DUT 的连接可以不动,能够解决信道仿真器在相位校准、终端射频一致性测试、更换频点、修改输入/输出功率和重新开关仪表等过程中多次连接操作带来的不确定度增加的问题。

[0039] 而且传统技术执行一次相位校准需要多次接线(以 8\*2 MIMO 为例,传统技术需要接线 32 次,而本发明只需要 12 次)。由于现有技术水平,一次相位校准只能够保证不关机下工作 24 小时,之后需要重新校准。且更换频点、修改输入/输出功率、重新开关仪表都需要重新进行校准。而对本实施例的多通道信道仿真器进行相位校准都不需要重新接线,大大提高了效率,极大降低了相位校准的工作量。在后续 Massive MIMO 应用时,天线数动辄 64、128,本发明的优势势必将更加明显。

[0040] 图 5 示出了本发明一实施例提供的一种终端射频一致性测试系统的结构示意图,如图 5 所示,本实施例的终端射频一致性测试系统,包括:系统模拟器 SS2、被测终端 DUT3、相位校准装置 4 和图 4 所示实施例所述的多通道信道仿真器 1;

[0041] 所述多通道信道仿真器 1 的终端测试用输入端口与所述系统模拟器 2 连接,所述多通道信道仿真器 1 的终端测试用输出端口与所述被测终端 3 连接;

[0042] 所述相位校准装置 4,分别与所述多通道信道仿真器 1 的第一相位校准用端口和第二相位校准用端口连接,用于对所述多通道信道仿真器 1 中的所有逻辑通道进行相位校准。

[0043] 在具体应用中,本实施例所述相位校准装置,可包括:射频切换箱 41 和网络分析仪 42;

[0044] 所述射频切换箱 41,分别与所述多通道信道仿真器 1 的第一相位校准用端口、第二相位校准用端口、以及所述网络分析仪 42 的两个测试端口连接,用于通过所述射频切换箱 41 中的开关,切换所述多通道信道仿真器 1 中与所述网络分析仪 42 连通的逻辑通道;

[0045] 所述网络分析仪 42,用于对所述多通道信道仿真器 1 中与其连通的逻辑通道进行相位校准。

[0046] 应说明的是,第一、二定向耦合器是一种无源器件,可以保证主播导通道与耦合通道的时延特性非常稳定。各个定向耦合器之间的主播导通道与耦合通道的时延差可以在仪

表出厂前准确的测量并校准。同时定向耦合器主波导通道的插损通常小于 0.3dB,相比于功分器等器件,最大程度的保障的信道仿真器的最大输出功率基本不降低,接收噪底几乎没有增加。

[0047] 可理解的是,在本实施例的终端射频一致性测试系统中,将这些耦合端口和网络分析仪的两个测试端口全部连接到一个射频切换箱上,利用切换箱中的开关可控制方便的对每一条逻辑通道进行相位校准。

[0048] 本实施例的终端射频一致性测试系统,基于图 4 所示实施例所述的多通道信道仿真器,相位校准装置(包括:网络分析仪和射频切换箱)可以做为终端射频一致性测试系统的一部分固化。连接完成之后无需再动,解决了传统技术执行一次相位校准需要多次接线的问题(以 8\*2 MIMO 为例,传统技术需要接线 32 次,而本发明只需要 12 次)。而由于现有技术水平,一次相位校准只能够保证不关机下工作 24 小时,之后需要重新校准。更换频点、修改输入/输出功率、重新开关仪表都需要重新进行校准。在本实施例的终端射频一致性测试系统中,这些再次执行的校准都不需要重新接线,大大提高了效率,极大降低了相位校准的工作量。在后续 Massive MIMO 应用时,天线数动辄 64、128,本发明的优势势必将更加明显。

[0049] 传统技术中,相位校准与终端测试是同一端口,这样在相位校准时信道仿真器的输入\输出端口需要与网络分析仪连接,而实际测试时这些端口又需要再与 SS、DUT 连接,校准后又重新连接的操作会引入新的不确定度(如接口拧的松紧程度,接线的折弯等都很难去量化)。本实施例的终端射频一致性测试系统,相位校准使用的是定向耦合器的耦合端口,而实际终端测试使用的是定向耦合器的主播导端口。相位校准与终端射频一致性测试分别使用的是独立的端口,这样信道仿真器与系统模拟器 SS、被测终端 DUT 的连接可以不动,能够解决信道仿真器在相位校准、终端射频一致性测试、更换频点、修改输入/输出功率和重新开关仪表等过程中多次连接操作带来的不确定度增加的问题。

[0050] 图 6 示出了本发明一实施例提供的一种相位校准系统的结构示意图,如图 6 所示,本实施例的相位校准系统,包括:相位校准装置 4 和图 4 所示实施例所述的多通道信道仿真器 1;

[0051] 所述相位校准装置 4,分别与所述多通道信道仿真器 1 的第一相位校准用端口和第二相位校准用端口连接,用于对所述多通道信道仿真器 1 中的所有逻辑通道进行相位校准。

[0052] 在具体应用中,本实施例所述相位校准装置 4,可包括:射频切换箱 41 和网络分析仪 42;

[0053] 所述射频切换箱 41,分别与所述多通道信道仿真器 1 的第一相位校准用端口、第二相位校准用端口、以及所述网络分析仪 42 的两个测试端口连接,用于通过所述射频切换箱 41 中的开关,切换所述多通道信道仿真器 1 中与所述网络分析仪 42 连通的逻辑通道;

[0054] 所述网络分析仪 42,用于对所述多通道信道仿真器 1 中与其连通的逻辑通道进行相位校准。

[0055] 本实施例的终端射频一致性测试系统,基于图 4 所示实施例所述的多通道信道仿真器,能够解决信道仿真器在相位校准过程中多次连接操作带来的不确定度增加的问题,大大提高了相位校准的效率,极大降低了相位校准的工作量。

[0056] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。



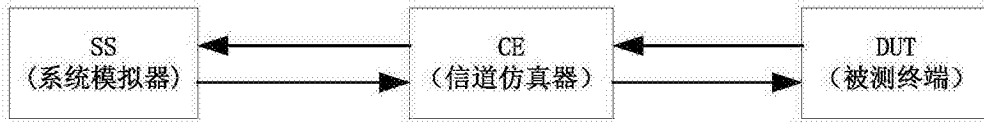


图 1

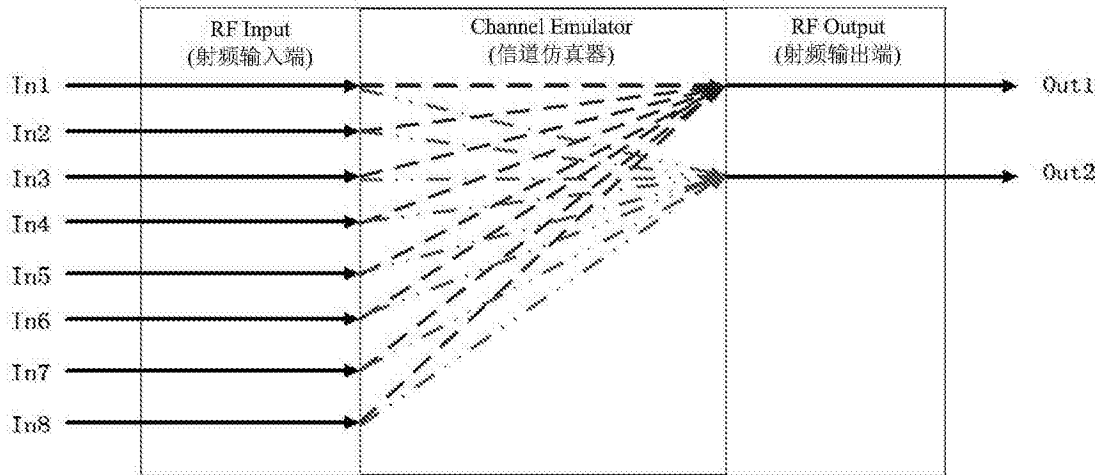


图 2

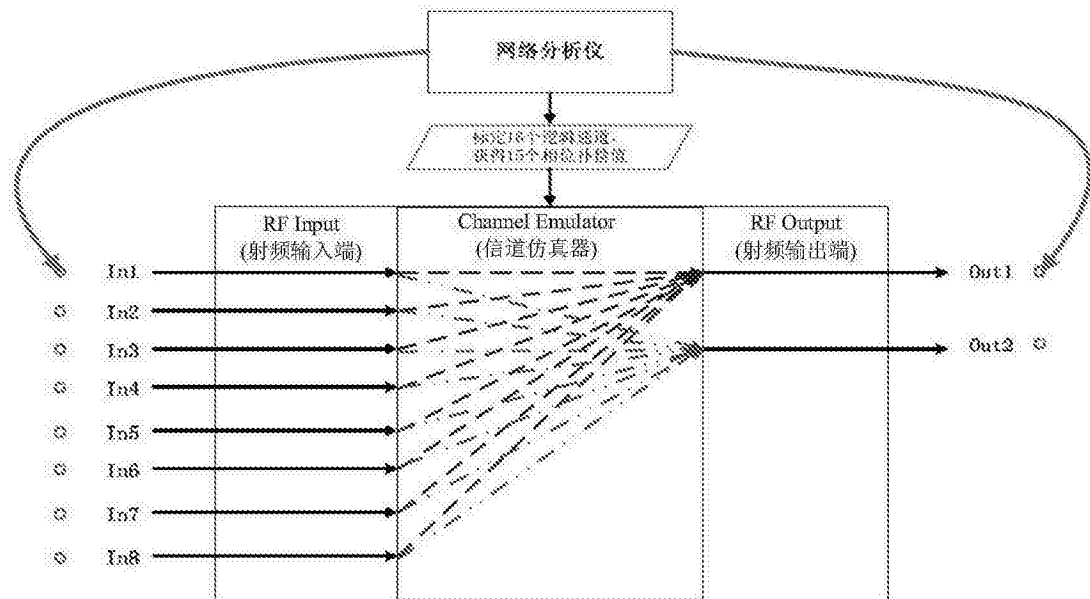


图 3

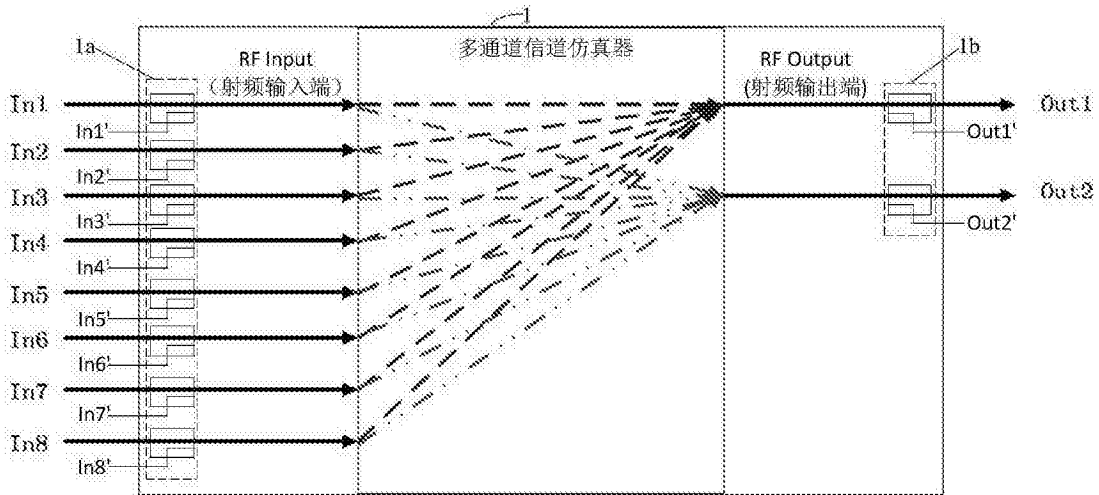


图 4

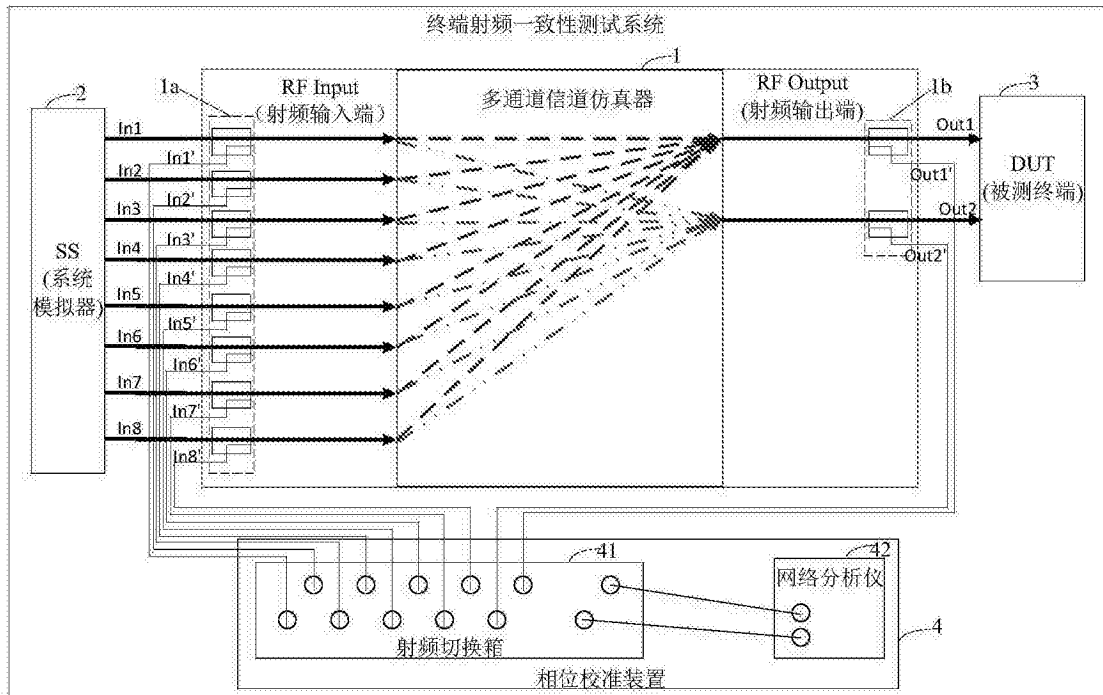


图 5

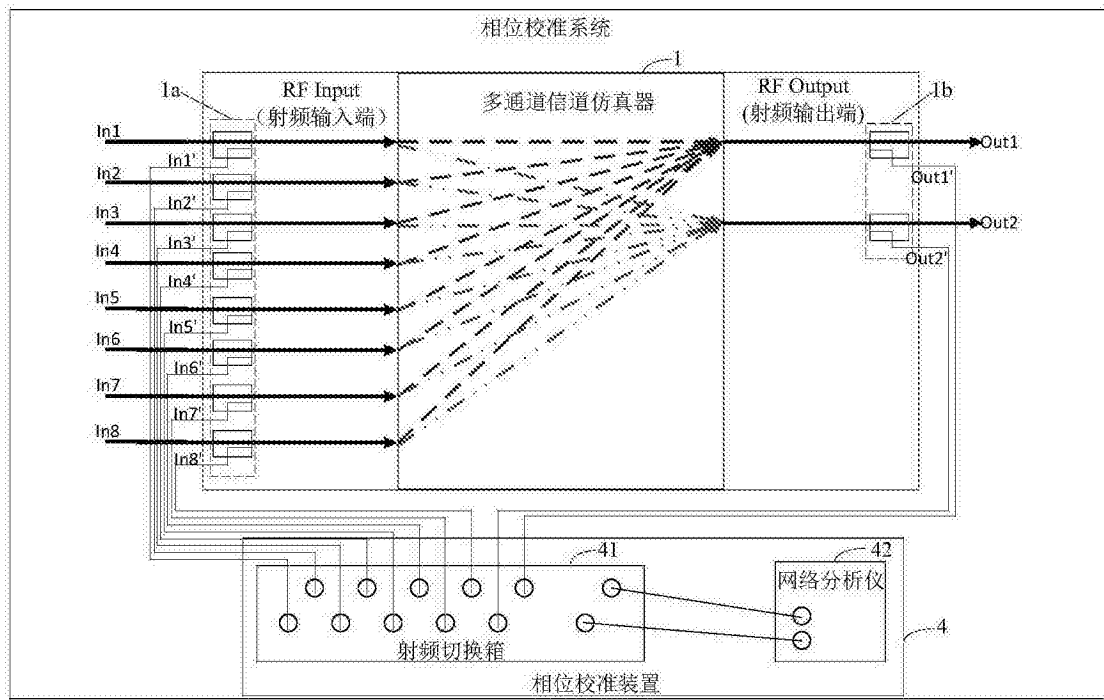


图 6