

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102324947 A

(43) 申请公布日 2012. 01. 18

(21) 申请号 201110131560. 7

(22) 申请日 2011. 05. 20

(71) 申请人 苏州索乐机电设备有限公司

地址 215101 江苏省苏州市吴中区木渎镇中
山东路 70 号 3303 室

(72) 发明人 张祯瑞

(51) Int. Cl.

H04B 1/18 (2006. 01)

H04B 1/40 (2006. 01)

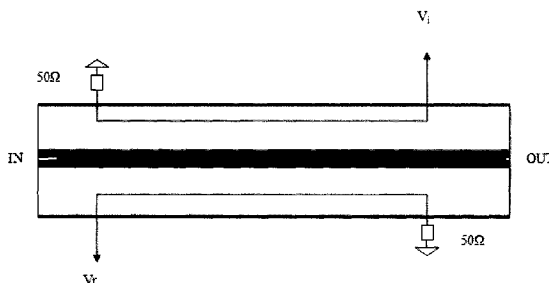
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种数字式实时射频自动匹配器及其匹配方法

(57) 摘要

本发明揭示了一种数字式实时射频自动匹配器及其匹配方法,该匹配器为基于 MPU(单片机)的模块化系统,包括负载阻抗实时监测模块、L 型匹配网络及双参数自动控制系统,其中该负载阻抗实时监测模块包含双定向耦合器和信号调理电路,用于实时性测量并提供 MPU 进行负载阻抗计算的原参数,该 L 型匹配网络为由至少两个可调电容构成的三元件 L 型匹配网络,且该双参数自动控制系统为连接 MPU 输出端与 L 型匹配网络两个电容的桥接控制器。应用实施本发明的射频自动匹配器,能有效提高射频高功率应用匹配的实时性,同时提高匹配器的适用环境和匹配精度。



1. 一种数字式实时射频自动匹配器,其特征在于:所述匹配器为基于单片机的模块化系统,包括负载阻抗实时监测模块、L型匹配网络及双参数自动控制系统,其中所述负载阻抗实时监测模块包含双定向耦合器和信号调理电路,用于实时性测量并提供单片机进行负载阻抗计算的原参数,所述L型匹配网络为由至少两个可调电容构成的三元件L型匹配网络,且所述双参数自动控制系统为连接单片机输出端与L型匹配网络两个电容的桥接控制器。

2. 根据权利要求1所述的一种数字式实时射频自动匹配器,其特征在于:所述双定向耦合器为刻有正向和反向耦合线的双面电路板,在信号调理电路中该两耦合线的输出一并接至用于测量相位差的无源相位检波器,同时两耦合线的输出各自连接用于测量自身模量的无源幅度检波器,两个检波器的输出接入单片机。

3. 根据权利要求1所述的一种数字式实时射频自动匹配器,其特征在于:所述双参数自动控制系统的主体构件为与L型匹配网络两个可调电容一对一匹配相连的两个步进电机,所述步进电机控制输入端与单片机的输出端相接。

4. 一种数字式实时射频自动匹配方法,利用权利要求1所述自动匹配器的实现,其特征在于包含步骤:

I、采用双定向耦合器沿同轴线法线方向实时监测同轴线,通过正向和反向的两耦合线在同轴线相同位置的耦合及信号调理电路对信号处理后送入单片机;

II、在单片机中,按实际传输功率和反射功率校准得到电压值对应的传输功率和反射功率,并按传输线理论计算得出复反射系数,进而计算得出负载阻抗: $Z_L = R_L \pm jX_L$;

III、根据网络匹配理论计算得出两个可调电容的数值,并通过双变量自动控制系统同步调整两个电容,实现实时的传输系统匹配。

一种数字式实时射频自动匹配器及其匹配方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高功率射频传输技术领域中的射频源和终端负载的实时自动匹配装置及实现方法。

背景技术

[0002] 射频高功率应用中,终端负载,比如天线、射频等离子腔体、射频加热设备等应用。它们因型号或者使用环境各不相同而呈现不同的负载复阻抗。这样通常与射频功率源的输出阻抗不匹配(一般合格的射频功率源输出阻抗为 $50\ \Omega$)。这样就必须在信号源和负载间插入匹配网络。最简单也是最广泛应用的是 L 型网络,如图 1 所示的 jB , jX , 它们都是可变电容。在功率源输出端串联一定向耦合器,检测出正向传输功率信号的模 $|U_i|$ 和反射信号的模 $|U_r|$ 。把它们数字化后,计算出反射系数的模。数据处理计算机分两次调整:先调 jX ,再调 jB ,再计算反射系数;如果反射系数达不到要求(比如 1.05),则再调 jX ,次调 jB ,如此反复迭代可能达上百次,或者建立在按照预先确定的等离子体腔室的等效阻抗的方法上,它们的实时性不高,难以用于现代化生产线上。

发明内容

[0003] 鉴于上述现有技术在实时匹配方面的缺陷,本发明的目的是提出一种数字式实时射频自动匹配器及其匹配方法,以求提高射频高功率应用的实时匹配性能。

[0004] 本发明的上述第一个目的,其技术解决方案是:

[0005] 一种数字式实时射频自动匹配器,其特征在于:所述匹配器为基于单片机的模块化系统,包括负载阻抗实时监测模块、L 型匹配网络及双变量自动控制系统,其中所述负载阻抗实时监测模块包含双定向耦合器和信号调理电路,用于实时性测量并提供单片机进行负载阻抗计算的原参数,所述 L 型匹配网络为由至少两个可调电容构成的三元件 L 型匹配网络,且所述双变量自动控制系统为连接单片机输出端与 L 型匹配网络两个电容的桥接控制器。

[0006] 进一步地,所述双定向耦合器为刻有正向和反向耦合线的双面电路板,在信号调理电路中该两耦合线的输出一并接至用于测量相位差的无源相位检波器,同时两耦合线的输出各自连接用于测量自身模量的无源波幅检波器,两个检波器的输出接入单片机。

[0007] 进一步地,所述双变量自动控制系统的主体构件为与 L 型匹配网络两个可调电容一对一匹配相连的两个步进电机,所述步进电机控制输入端与单片机的输出端相接。

[0008] 本发明上述第二个目的,一种数字式实时射频自动匹配方法,其实现依赖于前一解决方案的自动匹配器,其特征在于包含步骤:

[0009] I、采用双定向耦合器沿同轴线法线方向实时监测同轴线,通过正向和反向的两耦合线在同轴线相同位置的耦合及信号调理电路对信号处理后送入单片机;

[0010] II、在单片机中,按实际传输功率和反射功率校准得到电压值对应的传输功率和反射功率,并按传输线理论计算得出复反射系数,进而计算得出负载阻抗 $Z_L = R_L \pm jX_L$;

[0011] III、根据网络匹配理论计算得出两个可调电容的数值,并通过双变量自动控制系统同步调整两个电容,实现实时的传输系统匹配。

[0012] 本发明射频自动匹配器的应用实施,其突出效果为:能有效提高射频高功率应用匹配的实时性,同时提高匹配器的适用环境和匹配精度。

[0013] 以下便结合实施例附图,对本发明的具体实施方式作进一步的详述,以使本发明技术方案更易于理解、掌握。

附图说明

[0014] 图 1 是现有技术的射频匹配示意图;

[0015] 图 2a 是本发明同轴线双定向耦合器示意图;

[0016] 图 2b 是本发明双定向耦合器的实体构造示意图;

[0017] 图 3 是本发明自动匹配器所用信号调理电路的结构示意图;

[0018] 图 4 是本发明 L 型匹配网络的结构简图。

具体实施方式

[0019] 为在射频高功率应用中对实时多变的负载阻抗进行快速测量、匹配,本发明突破传统射频匹配技术的局限,创新地提出了一种数字式实时射频自动匹配器及其匹配方法。

[0020] 从自动匹配器的硬件构成来看:该匹配器为基于单片机(也称作微处理器,以下均以英文简称 MPU 指代,未图示)的模块化系统,包括负载阻抗实时监测模块、L 型匹配网络及双参数自动控制系统,其中该负载阻抗实时监测模块是本发明的重要特征之一,如图 2a 和图 2b 所示,其包含双定向耦合器和信号调理电路,用于实时性测量并提供 MPU 进行负载阻抗计算的原参数;再如图 4 所示,该 L 型匹配网络为由至少两个可调电容(C1、C2)构成的三元件 L 型匹配网络,与现有常用的 L 型匹配网络基本相同;还请如图 3 所示,该双变量自动控制系统为连接 MPU 输出端与 L 型匹配网络两个电容的桥接控制器,旨在对两个可调电容输出控制信号,实现对射频同轴线的匹配。

[0021] 进一步细化来看:上述该双定向耦合器为刻有正向和反向耦合线的双面电路板 1,在信号调理电路中两耦合线与信号调理电路的输出一并接至用于测量相位差的无源相位检波器,同时两耦合线的输出各自连接用于测量自身模量的无源波幅检波器,两个检波器的输出接入 MPU。而本实施例中,双变量自动控制系统的主体构件采用的是同步运作的两个步进电机,一对一匹配连接 L 型匹配网络的两个可调电容 C1、C2,并对其同步调整,可保障获得实时、准确的匹配。其中该步进电机控制输入端与 MPU 的输出端相接。

[0022] 从具体匹配实施方案来看:通过双定向耦合器测量同一位置的入射波 V_i 、反射波 V_r 和它们的相对相位差。两耦合线输出接至无源相位检波器,测出它们间的相位差。同时两耦合线输出各自接无源幅度检波器,测量它们各自的模量。

[0023] 因而,只需适当选定双定向耦合器正向、反向各自的耦合度,再经信号调理电路的处理。在事先按实际传输功率和反射功率可以校准得到电压值对应的传输功率和反射功率的情况下,按照传输线理论可以得出复反射系数的准确值,由此算出负载阻抗: $Z_L = R_L \pm jX_L$;

[0024] 根据网络匹配理论可计算出 C1, C2 的数值。为避免分别调整 C1, C2 引起的不匹

配。所以控制 C1, C2 采用两步进电机双变量控制系统, 同步调整 C1, C2。经仿真表明, 它们的过渡过程才 0.02 秒。这样可以实时准确的使传输系统达到良好匹配。

[0025] 综上, 本发明数字式实时射频自动匹配器能自动实时对千变万化的真空设备的复阻抗进行测量, 这样才能准确的计算出达到匹配状态时, L 型匹配网络中两可变电容的预期值。并采用双变量自动控制系统对匹配电路两可变电容进行同步控制, 使迭代次数缩减到 2 ~ 3 次。

[0026] 本技术领域中的普通技术人员应当认识到, 以上的实施例仅是用来说明本发明, 而并非用作为对本发明的限定, 只要在本发明的实质精神范围内, 对以上所述实施例的变化、变型都将落在本发明的权利要求书范围内。

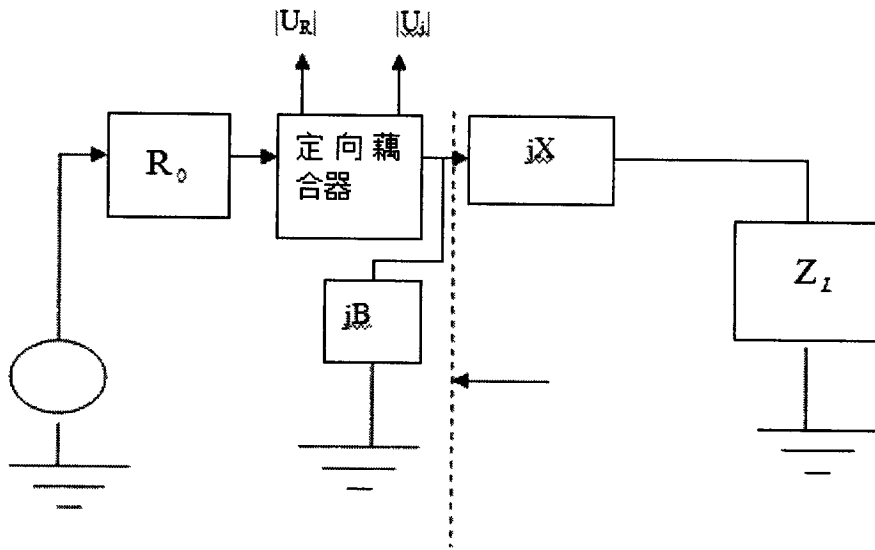


图 1

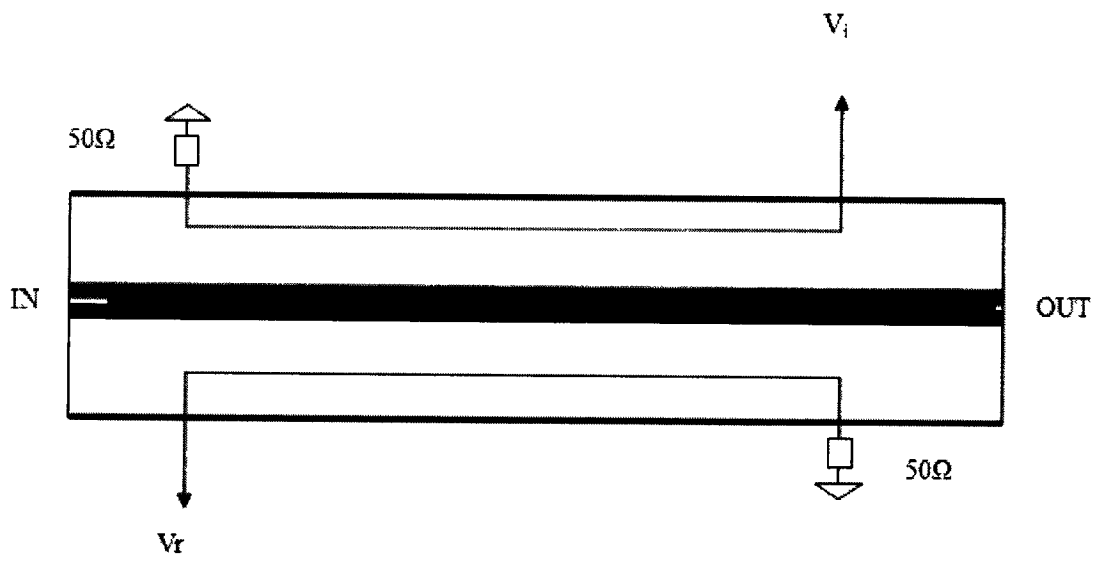


图 2a

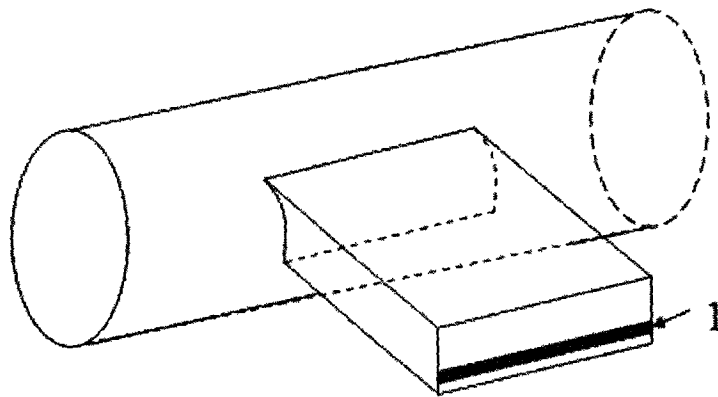


图 2b

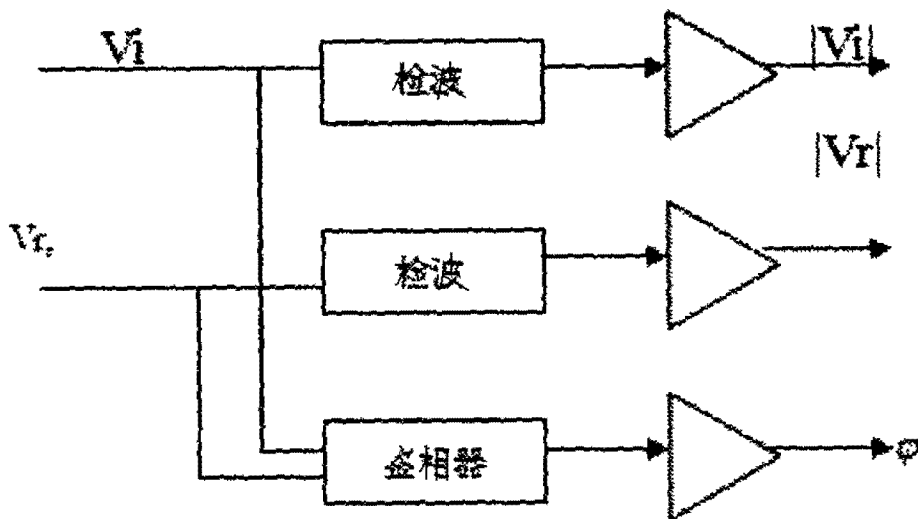


图 3

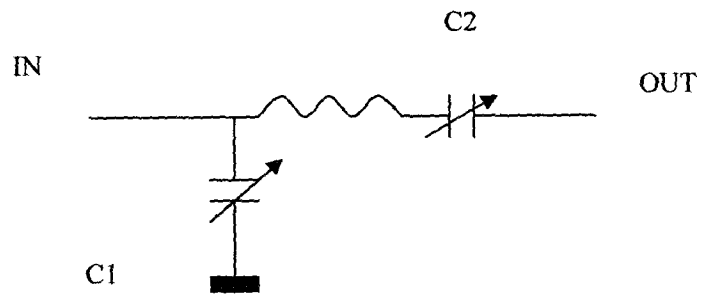


图 4