

905126

微波炉与磁控管的应用

原著 [日本] 松下电子公司

孙嘉鸿 译

张兆锋 校



18

成都电讯工程学院出版社

微波炉与磁控管的应用

原著〔日本〕松下电子公司

孙嘉鸿 译

张兆镛 校

成都电讯工程学院出版社

• 1988 •

内 容 提 要

本书内容包括三个部分，第一部分微波炉磁控管的结构、工作原理及其使用的规则和方法；第二部分微波炉的基本工作原理及其设计方法；第三部分微波炉磁控管的测试方法。

本书可供有关微波炉磁控管及微波炉研制、维修和使用者阅读参考。

微波炉与磁控管的应用

A basic guide to application of
magnetrons in microwave ovens

原著〔日本〕松下电子公司

孙嘉鸿 译

张兆铨 校

*

成都电讯工程学院出版社出版
成都电讯工程学院出版社印刷厂印刷
四川省新华书店经销

*

开本 787×1092 1/32 印张 3.437 字数 71千字
版次 1988年12月第一版 印次 1988年12月第一次印刷
印数 1-1600册

中国标准书号 ISBN 7-81016-075-7/TN·23
(15452·51) 定价 1.15元

校 者 序

孙嘉鸿同志根据日本松下电子公司磁控管分部出版的英文版 A basic guide to application of magnetrons in microwave ovens (英文版译者是日本的西谷)一书翻译而成这本可供微波炉用磁控管及微波炉的设计研制和使用维修者阅读参考的小册子是非常及时的,也是一件十分有意义的事情。近年来,在国外,由于能源成本的提高促使人们去寻找更为有效的工业加热和干燥的方法,对于家庭来说也是如此,微波加热和烹调用的微波炉灶由于众所周知的快速、高效和节能的优点从而得到了迅速的推广和应用。一些发达国家中微波炉的家庭拥有率和普及率逐年提高,目前,世界年产量已超过一千万台。在我国,近年来也引进组装试销了近万台各种型号的微波炉,一些工厂和研究单位也正在大力研制纯国产的微波炉,至少也有五个大型厂家陆续研制出国产的微波炉用磁控管。因此可以预期在几年内我国家用电器行业中将会增加一支新军——烹调用家用微波炉。磁控管是微波炉中的关键和核心部件,其质量和寿命直接关系到微波炉的正常使用,就象显象管在电视机中的地位一样。因此,磁控管的设计、制造、它与微波炉的配合,以及运输、保存、更换等环节都关系到微波炉的声誉和市场前景。本书的出版在某种意义上说就为上述问题提供了良好的技术咨询,也为今后我国有关部门制定微波炉用磁控管测试标准提供了一个很好的参考文件。

本书对微波炉用磁控管的工作机理,微波炉中如何正确

使用磁控管以及磁控管的测试方法和细节等都作了详细的论述，因此，对于电子管厂和微波炉厂的技术人员来说均有很大的实用和参考价值。我们深信，此书的出版对促进我国微波炉的生产，特别是磁控管的生产有着积极的意义。

成都电讯工程学院

张兆镛教授于1988年4月

译者的话

微波炉是一种专供人们烹调使用的家用电器。在国外它已普遍进入家庭生活。现在，我国已经具备了发展微波炉工业的一切技术和生产条件，深信国产的微波炉不久将会问世。无疑地，象其它家用电器一样，有一本能够供设计、使用和维修者参考的手册，将会给微波炉的推广和应用开拓更广阔的前景，这就是翻译本书的目的。为了使读者对磁控管的特性和参数有更多的了解，译者补充介绍了八种日本生产的微波炉磁控管，并在该书最后的附录二中列出了较详细的参数，供使用、维修者参考。限于译者水平，不妥之处敬请批评指正。

译者

1988年2月

前 言

现在微波炉变得非常普及，有许多原因。

一、它为我们提供了快速、慢速及文火烘烤等多种烹调方式。不仅可使烹调进行得细致精美，而且还真正增加了食品的风味。

二、可以把饭菜等食品直接放在碗、盘里加热，省去许多洗刷锅、碗的时间。

三、许多菜用微波炉做出来后味道很鲜美(特别是蔬菜，由于使用它本身的汁水来烘烤，味美可口)。

四、效率高，耗能少。

连续波磁控管是微波炉的关键部件。

本书主要是为打算设计微波炉和关心磁控管最近进展情况的人准备的。作为一般的指南，尽管已作出了种种努力，力求包括最基本的内容，但是，不可能包罗所有的具体细节。如果使用时想知道更多的情况，可以和有关的厂家和公司取得联系。由于磁控管和微波炉在不断的发展中，所以本书不可能随时反映出最新的成果。然而，实践证明，作为一般的指南，并不会因技术的日益发展而失去其使用价值。

许多人为出版这本书作了贡献，这里特向他们表示感谢，我也感谢日本电子工业协会，它慷慨地同意松下电子公司使用它的日本版本，该书的第一章和第三章就是以他们提供的版本为基础的。

松下电子公司磁控管分部经理 中川

1978年4月

目 录

一章 怎样使用微波炉磁控管	(1)
前言.....	(1)
§1 概述.....	(1)
§2 结构和工作原理.....	(1)
§3 登记和测试说明.....	(4)
§4 灯丝或热丝.....	(6)
§5 阳极.....	(9)
§6 冷却.....	(13)
7 负载.....	(17)
§8 磁场.....	(24)
§9 测量注意事项.....	(25)
§10 安装和连接规程.....	(29)
§11 主要故障.....	(30)
§12 储存管子的注意事项.....	(35)
§13 安全规则.....	(36)
§14 专用名词.....	(37)
第二章 微波炉中连续波磁控管的基本工作原理	(43)
前言.....	(43)
§1 炉腔.....	(43)
§2 磁控管特性.....	(45)
§3 炉功率和磁控管电压/电流的关系.....	(51)
§4 磁控管和炉腔的耦合.....	(55)
§5 负载阻抗的测量.....	(55)

第三章 连续波磁控管的测试方法	(59)
§1 总则.....	(59)
§2 电源和电表.....	(60)
§3 测试.....	(61)
§4 电性能测试.....	(62)
§5 机械性能测试.....	(72)
§6 环境试验.....	(79)
§7 标记和包装检查.....	(80)
附录一 连续波磁控管的射频耦合器	(82)
附录二 微波炉磁控管简介	(85)

第一章 怎样使用微波炉磁控管*

前 言

本文给微波炉工程师提供有关磁控管原理、工作、维护和应用的基本信息。

§1 概 述

磁控管分为脉冲磁控管和连续波(C.W.)磁控管两类。脉冲磁控管主要用于雷达上,而连续波磁控管则用于微波炉、各种工业加热装置及微波医疗等设备中。连续波磁控管是把市电转变成微波的一种振荡管,由于微波加热在工业上已很普遍,因而连续波磁控管的应用也更加广泛。连续波磁控管本身是一种高效率、大功率器件,管子有如象阴极回轰等特殊现象,因而阳极损耗相当高。因此,在使用磁控管时必须采取特殊的保护措施。

本章讲述微波炉中如何使用磁控管、操作方法以及有关设计、装配和维护微波炉的安全措施。

§2 结构和工作原理

磁控管是一种电子管。它的结构使得电子被通过阴极和扇形阳极之间的互作用空间的轴向均匀磁场所控制。具有偶

*原始资料来源:日本电子工业协会(EIAJ)1973.3,“磁控管在微波炉中的应用指南”(日文版)。

数个谐振腔的阳极，通过阴极发射的电子和腔内激发出的射频电场之间的能量转换产生出微波。图1.2.1(a)和(b)说明了磁控管的结构原理，图1.2.2给出了工作特性曲线。

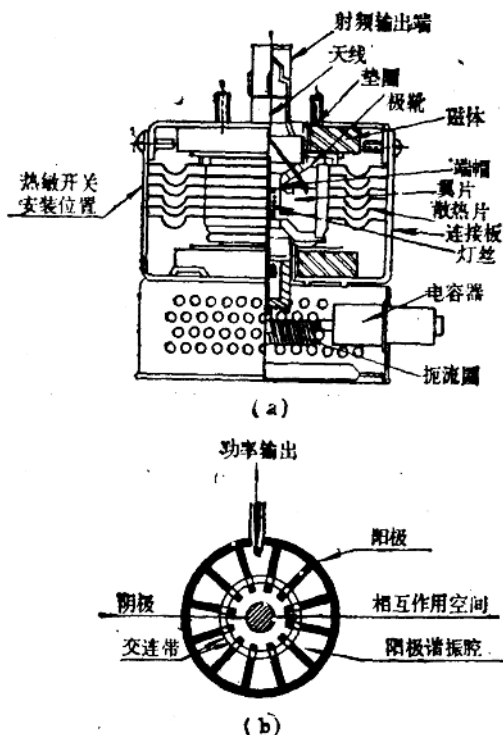


图 1.2.1 磁控管的结构

阳极由交替短接的偶数个翼片所组成，相邻的两翼片之间的空间则构成谐振腔，所有这些空间应调配得和振荡频率同

工作条件

阳极电源：单相脉动全波整流

负载驻波系数： ≤ 1.1

灯丝电压：3.15V

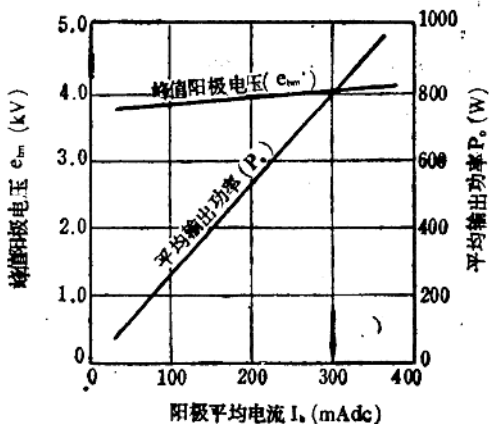


图 1.2.2 工作特性曲线

步。阴极是直热式钍钨阴极或者是氧化物(氧化钡、氧化钪)旁热式阴极。用于微波炉的连续波磁控管通常已用永磁体封装好并需要强制风冷。由于磁场是通过外磁体的极靴平行于阴极轴线方向加于管子上的，所以，阳极加上高压时，电子不是直接到达阳极，而是弯成直角作摆线运动。为了限制杂散电子，在阴极两端加有叫做“端帽”的屏蔽罩。在每个谐振腔翼片上的射频电场的作用下，作摆线运动的电子形成电子云。电子云不断形成，并把能量交给腔体，使振荡维持下去。振荡能量由置于某一腔体中的天线传送给外电路。这

样，连续波磁控管就把阳极上的直流电能转变成微波能，磁控管的效率高达60~80%。由于输入功率的其它部分耗散在阳极上，为避免温度过高，阳极必须进行冷却。另外，一些电子则向后返回阴极，使阴极发热，这一现象叫“回轰”。对大功率磁控管来说，这个现象在一定程度上是存在的，因而有时需要调整灯丝加热电压，以保证温度在允许的范围之内。然而，微波炉磁控管一般不需要调整灯丝电压。

由于模式不稳定以及失控等现象会影响到管子的寿命，甚至损坏管子，所以在使用时必须注意抑制这些现象。

连续波磁控管具有小型化、结构简单、牢固、高效率和高稳定性的特点，所以作为振荡源被广泛地运用在微波炉及工业加热设备中。

§3 登记和测试说明

3.1 登记

微波炉磁控管要在日本电子工业协会(EIAJ)进行登记。按照日本工业标准规定的统一要求，登记时要写明每一种管子的技术参数，以便于用户选择管子和设计炉子。

3.2 登记项目

登记包括类型名称、范围、电气特性和机械特性、最大额定值、典型工作状态、外形及附件图。

3.3 型号

在日本工业标准C 7112“微波管系列型号标记”里规定微波炉用磁控管有如下格式：

第一项	第二项	第三项	第四项
(数字)	(字母)	(数字)	(字母)

示例: 2 M 167 F

 ↑ ↑ ↑ ↑

2.45GHz

工作频率 磁控管 管型 序号

第一项是数字，用四舍五入得到的一个整数标出额定工作频率(GHz)。微波炉磁控管振荡频率一般是2.45GHz，所以这个位置的数字一般是2。

第二项是字母，用来表示管子的类型。M表示磁控管，V表示速调管，W表示行波管。所以微波炉磁控管在此处是M。

第三项是用0~999之间的一个数表示管型。

第四项是用A以下的大写字母来表示同一管型的改进系列。

3.4 范围

简单地说，就是有关应用、频率范围、输出功率等等。

3.5 电气特性

包括一般的电气特性，如频率范围、灯丝电流、灯丝电压等。这些都是标准值、最佳值或额定值，以供设计时参考。

3.6 机械特性

包括外形尺寸、磁场、散热和重量等的标准值。

3.7 极限参数

包括电气特性、温度等参数在工作点时最大额定值的绝对值。除特别说明外，这些参数对应于周围环境是标准海平

面的情况(760mmHg, 20°C)。每一个值都表示在最坏情况下都不能超过的极限。

3.8 典型工作状态

这是关于在最佳典型工作状态下(匹配负载情况)的特性。这些特性指出了标准值。

3.9 外形图

提供磁控管的外形尺寸以及与设备有关的尺寸等。

3.10 附件图

包括射频耦合器、电磁铁、垫圈以及灯丝一览表等等。

§4 灯丝或热丝

4.1 阴极类型

磁控管的热阴极需要用电功率来加热,以使管子能够提供出正常的电流。加在灯丝或热丝上的电压,叫“灯丝加热电压”。

阴极从结构上分为直热式和间热式两种。直接加热的阴极叫做灯丝;间接加热的阴极是靠热丝的热辐射来加热。微波炉磁控管一般是用敷钍钨灯丝。

(1) 敷钍钨灯丝

该灯丝是用含1~2%的二氧化钍(ThO_2)的表面渗碳的钨丝制成。

与纯金属灯丝(例如钨丝等)不同的是敷钍钨灯丝能在低到1900~2100K的工作温度下发射出足量的电子,它还有足够的机械强度来承受离子轰击及电子的回轰。所以这种阴极广泛地应用于微波炉磁控管中。

和间热式阴极相比较,直热式阴极的预热时间只要3~

5秒钟，而且灯丝电压和阳极电压可以同时加上。使用这种磁控管时，必须采取安全措施使灯丝不至损坏。

(2) 氧化物阴极

这种阴极在微波炉磁控管中通常没有使用，翻译时已略去。

4.2 灯丝或热丝电压的最大额定值

敷钍钨灯丝(或氧化物涂敷阴极)发射电子是建立在阴极表面自由放射物质的不断蒸发而又不断产生(扩散)的这样一种动态平衡过程上的。当灯丝温度过高时，蒸发大于扩散(生成)，反之扩散(生成)大于蒸发。这都会导致平衡被破坏，从而缩短管子寿命。

除了灯丝的一般特点外，当工作在较高温度时，由于热端帽的不稳定的电子发射和杂散电子增多，磁控管就会严重损害，称之为“失控”。相反，当管子工作于较低温度时，则由于电子发射不足，难以维持正常的振荡，就会发生“跳模”，这种情况也会缩短磁控管的寿命。因此，在设计微波炉时，灯丝电压必须在注册登记所规定的范围内。当电源变压器的初级电压变化很大，超过允许值范围时，即使是在电压调整到规定的值以后，灯丝电压也最好由稳定电压来供给。

4.3 灯丝工作电压

由于磁控管工作时会产生阴极回表，所以只要灯丝电压保持不变，工作时灯丝温度就会高于预热时的温度。输出功率大的管子有较大的温度漂移，所以工作时管子灯丝温度就可能超过允许的极限。为了避免这种情况，要求这类管子在工作时应降低灯丝电压。

在图 1.4.1 中(见 4.7 节)，电压降(主要依赖于阳极电

流)通常是以在匹配负载情况下或是在标准微波炉中的回轰能量为基础来确定的。由于微波炉的射频阻抗可以通过上面所述的方法来改变。所以设计微波炉时最好和制管的厂家多加联系。

4.4 电压调整

电压的测量应在灯丝接头处,即在图中标有F或FA的地方进行。当采用非指定的滤波电路或引线时,应考虑电路和导线上的电压降。测量时最好用动铁式的电压表而不用整流型电压表,后者依赖于变压器,在交流波形失真时,测量误差增大。

在管子工作时测量电压,要注意避免受到射频场的影响(动圈型表头特别容易受到影响)。

4.5 灯丝预热

应注意到,灯丝从加上电压起到整个装置达到热稳定时需要一段时间。

敷钍钨灯丝磁控管,在灯丝达到热平衡之前,会发生“跳模”。这种依赖于供电电源电路的跳模现象持续下去会产生数倍于正常工作电压的高电压,由此会缩短管子的寿命或损坏电路的零件。由于这个原因,尽管钍钨灯丝已被改进得能承受住同时加上的阳极电压和灯丝电压,但还是建议灯丝至少要预热到规定的时间;同时,也希望变压器的空载电压尽可能低,并在电源电路中装上非线性电阻器、雪崩二极管之类的保护器件。

4.6 灯丝轴心方向

磁控管装入微波炉时,管子应按说明中所要求的方向安装,否则灯丝会受到不良影响。