

常用电力电子器件特性综述

刘春雅, 潘晓绒, 吴君线, 王月爱

(陕西国防工业职业技术学院, 陕西 西安 710300)

摘要: 电力电子技术是利用电力电子器件实现工业规模电能变换的技术, 电力电子技术的发展是以电力电子器件为核心发展起来的, 本文在叙述电力电子器件发展及分类的基础上, 重点论述了常用电力电子器件的特性。为交流电路及变流装置的设计奠定基础。

关键词: 电力电子器件; 晶闸管; 门极可关断晶闸管

中图分类号: TM2 **文献标识码:** A **文章编号:** 94007-(2015)01-0038-03

电力电子技术是利用电力电子器件实现工业规模电能变换的技术, 有时也称为功率电子技术。它主要是研究各种电力电子器件, 以及由这些电力电子器件所构成的各种变流电路和变流装置, 以完成对电能的变换和控制。电力电子技术的应用领域相当广泛, 遍及所有电气工程领域。大到一般工业, 小到家用电器。电力电子技术的发展是以电力电子器件为核心发展起来的, 本文在叙述电力电子器件发展及分类的基础上, 重点论述电力电子器件的特性。

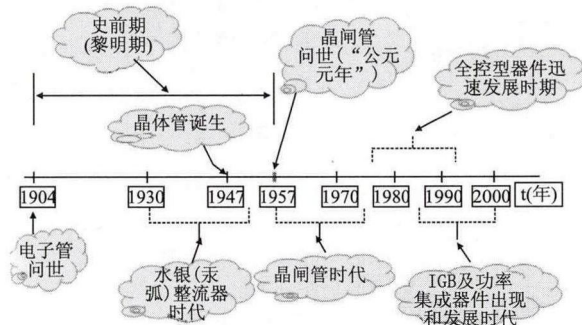


图1 电力电子器件的发展史

1 电力电子器件的发展

电力电子技术的发展如图1所示, 电力电子技术的诞生是以1957年美国通用电气公司研制出的第一个晶闸管为标志的, 70年代后期以门极可关断晶闸管(GTO), 电力双极型晶体管(BJT), 电力场效应管(Power-MOSFET)为代表的全控型器件全速发展, 使电力电子技术进入了新的发展阶段。80年代后期, 以绝缘栅双极型晶体管(IGBT)为代表的复合型器件集驱动功率小、开关速度快、通态压降小、载流能力大于一身, 性能优越使之成为现代电力电子技术的主导器件。

2 电力电子器件的分类

用作电能变换的大功率电力电子器件与信息处理用电子器件不同, 它一方面必须承受高电压、大电流, 另一方面是以开关模式工作的, 因此通常被称为电力电子开关器件。电力电子器件有不同的分类方式, 其中按照开通、关断控制方式可分为3大类:

(1)不可控型。这类器件一般为两端器件, 一端是阳极, 另一端是阴极。其开关性能取决于施加于器件阳、阴极间的电压极性。正向导通, 反向关断, 流过器件的电流是单方向的。由于其开通和关断不能按需要控制, 故这类器件称为不可控型器件。

收稿日期: 2015-01-05

基金项目: 本文为陕西国防工业职业技术学院2014年度科研项目《基于MATLAB的电力电子器件特性模型设计研究》(项目编号: GFy14-21)的研究成果之一。

作者简介: 刘春雅(1981-), 女, 陕西户县人, 硕士、讲师, 主要从事检测技术、自动化技术方面的教学及研究工作。

(2)半控型。这类器件是三端器件,除阳极和阴极外,还增加了一个控制门极。半控型器件也具有单向导电性,但开通不仅需在其阳、阴极间施加正向电压,而且还必须在门极和阴极间输入正向控制电压,其开通可以被控制。这类器件一旦导通,就不能再通过门级来控制关断,只能从外部改变加在阳、阴极间的电压极性或强制使阳极电流减小至零才能使其关断,所以把它们称为半控型。

(3)全控型。这类器件也是带有控制端的三端器件,控制端不仅可控制其开通,而且也能控制其关断,故称为全控型器件。由于无须外部提供关断条件,仅靠器件自身控制即可关断,所以这类器件被称为自关断器件。

3 常见的电力电子器件的特性

电力电子器件(Power Electronic Device)又称为功率半导体器件,是指可直接用于处理电能的主电路中,实现电能的变换或控制的电子器件。

3.1 电力二极管

电力二极管又称为功率二极管,常作为整流元件,属于不可控型器件。它不能用控制信号控制其导通和关断,只能由加在元件上的电压的极性控制其关断。

(1)元件结构

普通功率二极管的内部是由一个面积较大的PN结和两端的电极及引线封装而成的,如图2所示。

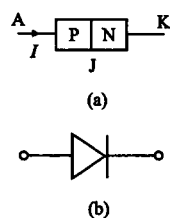


图2 功率二极管的结构和型号

在PN结的P型端引出的电极称为阳极A,在N型端引出的电极称为阴极K。功率二极管主要有螺栓型和平板型两种外形结构。一般而言,200A以下的器件多数采用螺栓型,200A以上的器件则多数采用平板型。若将几种二极管封装在一起,则组成模块式结构。

(2)特性

功率二极管的工作原理和普通二极管一样,当受到正向电压作用时,PN结导通,正向管压降很小;当二极管处于反向电压作用时,PN结截止,仅

有极小的漏电电流流过二极管。

3.2 晶闸管

(1)晶闸管的结构

晶闸管是一种大功率半导体器件,它内部是PNPN4层结构。

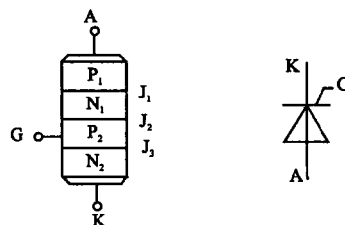


图3 晶闸管的结构、电气符号

形成3个PN结(J1,J2,J3),并对外引出3个电极。其外形、结构和电气符号如图3所示。晶闸管的结构如图3a所示。由P₁层和N₂层引出的两个电极,分别为阳极A和阴极K。由P₂层引出的电极是门极G,也称控制极。从晶闸管的结构图可知,晶闸管的内部可以是由3个二极管连接而成。如图3b所示。

(2)特性

①当晶闸管承受反向阳极电压时,无论门极是否加正向或反向触发电压,晶闸管都不导通,只有很小的反向漏电电流流过管子,这种状态称为反向阻断状态。说明晶闸管像整流二极管一样,具有单向导电性。

②当晶闸管承受阳极电压时,门极加上反向电压或者不加电压,晶闸管不导通,这种状态称为正向阻断状态,这是二极管所不具备的。

③当晶闸管承受正向阳极电压时,门极加上正向触发电压,晶闸管导通,这种状态称为正向导通状态,这就是晶闸管的闸流特性,即可控特性。

④晶闸管一旦导通后维持阳极电压不变,并触发电压撤除管子依然处于导通状态,即门极对管子不再有控制作用。

3.3 GTO

(1)GTO的结构

GTO(Gate-Turn-Off Thyristor)是门极可关断晶闸管的简称。它是晶闸管的一个衍生器件。但可以通过门极施加负的脉冲电流使其关断,它是全控型器件。

GTO和普通晶闸管一样,也是PNPN四层半导体结构,外部也是引出阳极、阴极和门极。但和普通晶闸管不同的是,GTO是一种多元的功率集成器件。虽然外部同样引出三个极,但内部包含数十个

甚至数百个共阳极的小 GTO 单元,这些 GTO 单元的阴极和门极在器件内部并联,它是为了实现门极控制关断而设计的。

GTO 的外形图、电气符号如图 4 所示。

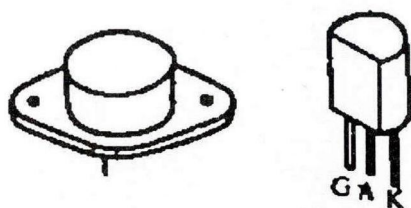


图 4 GTO 的外形、电器符号图

(2)特性

由于 GTO 也具有 $P_1N_1P_2N_2$ 4 层结构,GTO 的开通原理与晶闸管一样,当 GTO 的阳极加正向电压,门极加足够的正向脉冲信号后,GTO 即进入导

通状态。而给门极加上足够大的负电压,可以使 GTO 关断。

由于 GTO 处于临界饱和状态,用抽走阳极电流的方法破坏其临界饱和状态,能使器件关断。而普通的晶闸管到通之后,处于深度饱和状态,用抽走阳极电流的方法不能使其关断。

4 结束语

电力电子技术是应用于电力领域的电子技术。具体的说,就是使用电力电子器件对电能进行变换和控制的技术。所用的电力电子器件均用半导体制成,故也称为电力半导体器件。现代电力电子器件正沿着大功率化、高频化、集成化的方向发展。但理解常用电力电子器件的特性依然是必不可少的基础。

General Description of the Feature of the Commonly-used Electric and Electrical Applications

LIU Chunya, PAN Xiaorong, WU Junxiang, WANG Yue'ai

(Shaanxi Institute of Technology, Xi'an Shaanxi 710300)

Abstract: The technology of electric and electrical applications is the technology to realize the large industry scale power transfer. The development of electric electrical technology is on the basis of the electrical devices. On the basis of the development and classification of the electric and electrical appliance, the features of the ommonly-used electric appliance are mainly illustrated in this article, and a sound foundation of the design of the converter circuit was founded.

Key Words: Electric and electrical applications; Thyristor ; Gate Turn off thyristor

参 考 文 献

- [1] 李雅轩,杨秀敏,李艳萍,,电力电子技术[M],中国电力出版社,2007.
- [2] 钱照明,张军民,盛况,电力电子器件及其应用的现状和发展[J],中国电机工程学报,2014(29).
- [3] 肖向峰,电力电子器件产业发展战略研究[J],电力电子,2011(01).