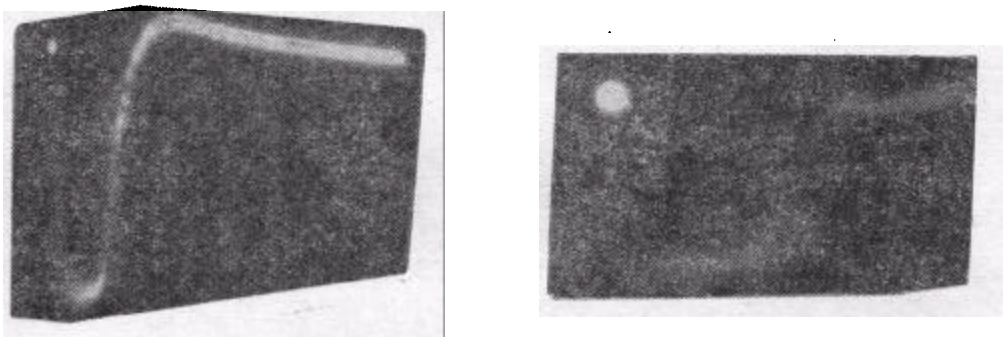
第16卷 第3期 物 理 学 报 Vol. 16, No. 3
1960 年 3 月 ACTA PHYSICA SINICA March, 1960

关于高功率脉冲变压器鉄芯材料用較低温度进行热处理的一些結果*

叶以雄 朱孚泉 刘守勤

制造脉冲变压器(指用于2微秒寬度左右的矩形脉冲波),关鍵問題在于鉄芯的性能,其中主要問題之一是鉄芯材料的热处理. 一般文献介紹都傾向于在高温(1000℃以上)氫气炉或眞空炉中进行热处理,甚至在磁場中进行冷却. 这样的工艺过程可得到良好的性能. 本文則介紹一种利用簡单設备的处理方法.

在大跃进中,我們全体工作同志解除了思想束縛,采用了較低温度,把鉄芯封閉在鉄箱中或在氮气保护下进行热处理;在这样較簡单的設备条件下,制成了高功率脉冲变压器. 虽然經热处理后,材料性能还未达到較高的水平,但已能滿足高功率脉冲变压器的要求.



(a) (b)

图 1

图1(a)(b)是制成的高功率脉冲变压器的輸出电压波形,脉冲寬度分别为0.8微秒及2.5微秒.

用較低温度,进行較长时間处理原是高导磁合金材料典型热处理方法之一,在这里介紹了我們所采用的方法,以供参考. 我們所采用的材料是50% 鉄、50% 鎳、厚度为0.05毫米、型号为5000 Z的合金带.

制造脉冲寬度較窄的脉冲变压器,鉄芯要用薄片迭成,片間要有良好的絕緣,材料要有良好的导磁性能. 我們用电泳法涂复成片間絕緣层,用捲片机将合金带捲成鉄芯形状,然后进行热处理. 在这里只介紹鉄芯热处理問題.

材料出厂前,經过輾軋,受到相当大的机械应力,磁性能非常坏(我們曾测試过,矫頑力 $H_c \doteq 10$ 奥,飽和強度 $B_m \doteq 9000$ 高斯). 因此未經热处理是不能作脉冲变压器鉄芯

* 1960年1月17日收到.

用的．經过热处理后，消除了內应力，并使其晶体发生相变，得到較好磁性的晶体結构，因此材料的导磁率很高．

軟磁材料对应力的作用很灵敏，为避免在热处理后再产生內应力，把热处理作为制造鉄芯的最后一道工序．

"5000 Z"原来要求在 1200℃ 下在氫气中进行处理，氫气能将材料中的杂質还原，在充分消除內应力后可得到良好的磁性．（B_m≒15500 高斯，H_c≒0.2 奧斯特）

我們采用将鉄芯封閉在鉄箱中及通氮气保护二种方法进行热处理．又試驗了 1200℃，900℃，800℃，600℃ 等几种不同温度和不同保温时間及冷却速度的方法进行处理．現将在封閉鉄箱中处理得到的部分結果列表于下．

最高溫度(℃)	保溫时間(小时)	冷却速度℃/时	磁飽和强度 B_m(高斯)	剩磁强度 B_r(高斯)	矫頑力 H_c(奧)
1200	3.5	50	15400	9100	0.99
900	4	30	15000	9200	1.15
800	12	炉 冷	15300	9980	0.55
600	12	炉 冷	15300	12000	0.6
600	24	炉 冷	15200	11600	0.7

用封閉鉄箱是为了防止鉄芯氧化，因鉄芯片太薄，氧化后不能再使用．为了使鉄箱內存留的空气尽量地少，在鉄箱中填滿氧化鎂；这种方法的缺点是在高温下，鉄箱的机械强度降低，当升温时箱內的气体膨胀，气压增高而使鉄箱变形，并造成小縫漏气．鉄芯仍然有輕微氧化．当焊接不可靠时，鉄箱可能裂开大口，使鉄芯暴露在空气中，造成严重氧化而报废．

以氮作保护气体进行热处理是比上述方法更进了一步．一般处理高导磁合金，采用的保护气体有氫，分裂氨、氫、氮混合气体．在气压很低的情况下，氮不会渗入合金片中．为了防止工业用氮中有极少量氧气存在而使鉄芯氧化，我們采用焦性沒食子酸及氫氧化鉀配成溶液脫氧气．再通过酒精，使氮中带入少量酒精蒸气在鉄箱中燃烧，吸收殘存的氧．系統見图 2．

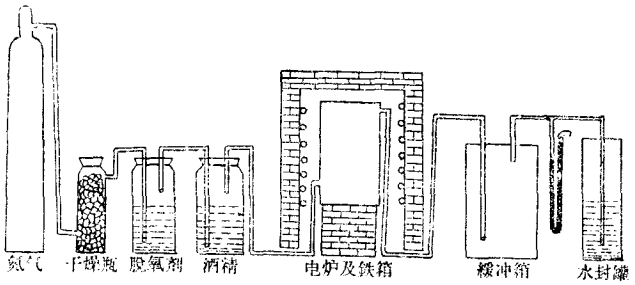


图 2 热处理系統图

用氯化鈣吸取水分．鉄芯放入封閉鉄箱，該鉄箱放在电炉中．緩冲箱的体积要比封閉鉄箱大得多，并放在电炉外，当升温时，封閉鉄箱內气体膨胀排入緩冲箱；降温时，緩冲箱內气体可有部分放回封閉鉄箱，以起調节作用．最后用水封閉，防止空气倒灌．用U型管测气体压力．我們在热处理过程中，保持箱內氮气压力为 20 厘米水柱高．

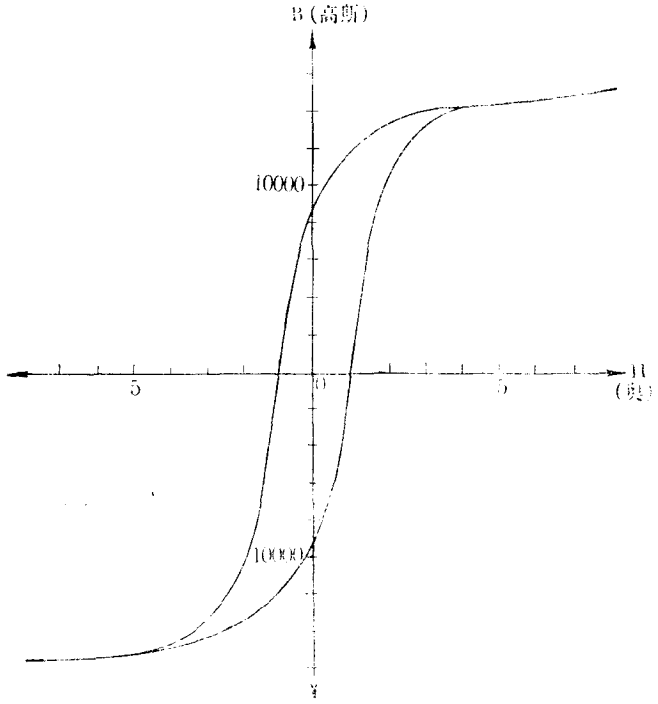


图 3　在 1200℃ 下保溫 3.5 小时在封閉鉄箱中处理

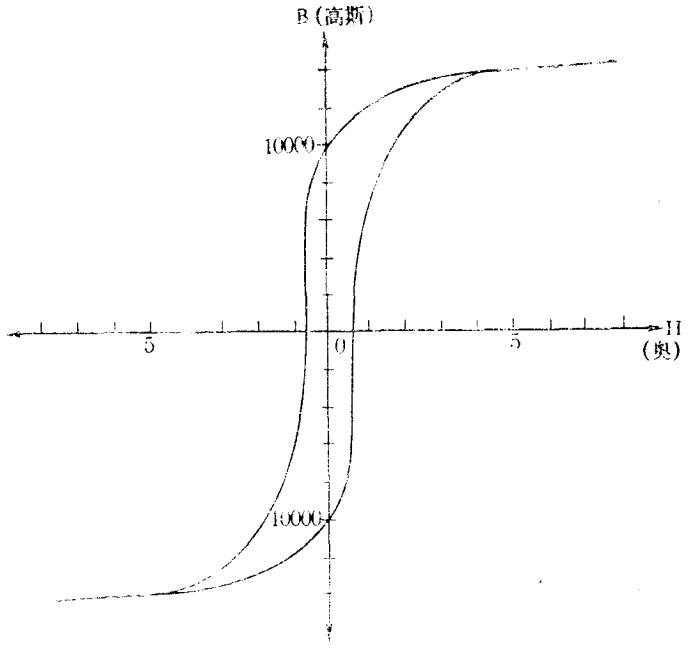


图 4　在 800℃ 下保溫 12 小时在封閉鉄箱中处理

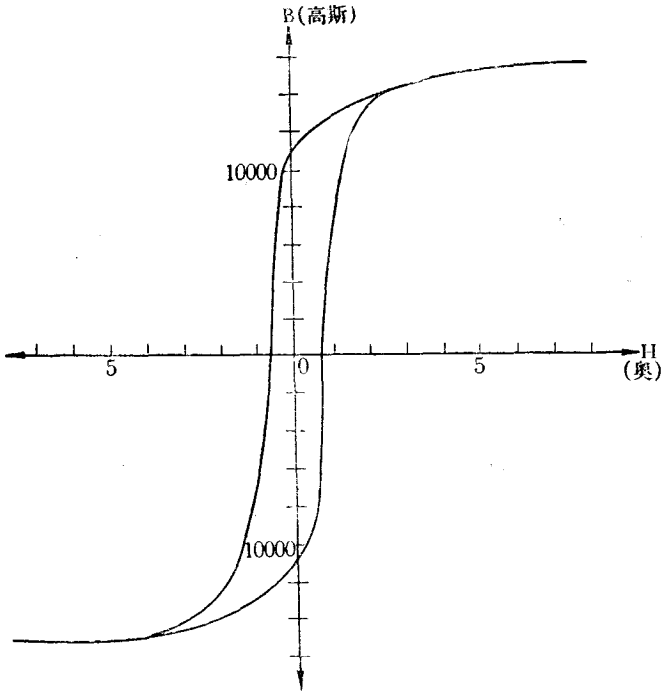


图 5 在 800℃ 下保溫 12 小时在封閉鉄箱中通氮处理

先通氮排气,降温时連續灌入氮气,保持箱內压力. 用这种方法处理后,磁性能有些改进,导磁系数也有了提高. 其比較如下.

	保溫时間(小时)	冷却速度	B_m(高斯)	B_r(高斯)	H_c(奥)
封閉鉄箱中处理	12	炉冷	15300	9980	0.55
在氮中处理	12	炉冷	15500	10600	0.5

图 3 至图 5 是在三种情况下进行热处理的材料磁滯迴綫.

目前我們所处理的鉄芯材料,其性能尚待提高. 但这种方法所用的設备較为簡单,易于制造,仅提供作为脉冲变压器工作参考.

参 考 文 献

[1] Вонсовский, С. В., Шур, Я. С., Ферромагнетизм. 1948.
[2] Bozoth, R. M. Ferromagnetism.
[3] Hoselitz, Ferromagnetic properties of metals and alloys.
[4] Elmen, G. W. Magnetic alloys of iron nickel and cobalt, *J. of Franklin Institute*, **207**, p. 583—617 1929.
[5] An experimental study of high-permeability nickel-iron alloys, *The proceeding of the Institution of electrical Engineer*, **104**, part B, p. 343, 1957.
[6] Евтеев, Ф. Е. и Жуков, В. А., Технология радио аппаратуры.
[7] Ganz, A. G., Applications of this thin permalloy tape in wide-band, telephone and pulse transformers, *AIEE* **65—1**, 1946.