

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H01F 41/02

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 92102499.1

[45]授权公告日 2000 年 1 月 19 日

[11]授权公告号 CN 1048576C

[22]申请日 1992.3.4 [24]颁证日 1999.10.23

[21]申请号 92102499.1

[30]优先权

[32]1991.3.4 [33]JP [31]37642/91

[32]1991.3.4 [33]JP [31]37643/91

[32]1991.3.4 [33]JP [31]37644/91

[32]1991.3.4 [33]JP [31]37645/91

[73]专利权人 日本电介质电容器株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 竹内雅人 广田好彦

大森浩 吉村胜

[56]参考文献

CN1050108A --

CN1050109A --

JP63-24016A --

审查员 崔伯雄

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 肖掬昌 王忠忠

权利要求书 1 页 说明书 18 页 附图页数 17 页

[54]发明名称 磁芯的制造方法及热处理方法

[57]摘要

卷绕铁基非晶磁带制成磁芯主体,它在含预定蒸汽的潮湿气氛中热处理,能在低导磁率范围内获得低损耗特性稳定、产品合格率高的磁芯。在坯料是性能分散的磁带时,也能制成高合格率质量特征稳定的磁芯,方法是对上述磁芯主体采用热处理,测出任选的非晶磁带样品的居里点、微分结晶温度或结晶温度,将此温度值与预先制成的指定导磁率用的热处理温度的各对应值进行比较,由此确定出热处理的最佳温度值。

ISSN 1008-4274

1. 一种磁芯的制造方法, 包括: 卷绕铁基非晶 磁带制成磁芯主体, 其特征是, 将磁芯主体在含有蒸汽总量转换成在 25°C 时为 5 至 500 克/米^3 的潮湿气氛中进行热处理;

热处理温度(T)为 $T_x - 5^{\circ}\text{C} \geq T \geq T_x - 100^{\circ}\text{C}$, 其中 T_x 代表结晶温度。

2. 按权利要求 1 的磁芯制造方法, 其特征是, 潮湿气氛中含的蒸汽总量为 10 至 200 克/米^3 。

3. 按权利要求 2 的磁芯制造方法, 其特征是, 潮湿气氛中含的蒸汽总量为 10 至 80 克/米^3 。

4. 按权利要求 3 的磁芯制造方法, 其特征是, 潮湿气氛中含的蒸汽总量为 20 至 80 克/米^3 。

5. 按权利要求 1 的磁芯制造方法, 其特征是, 潮湿气氛是在氮气气氛中形成的。

6. 按权利要求 1 的磁芯制造方法, 其特征是, 热处理温度是从 $T_x - 20^{\circ}\text{C}$ 至 $T_x - 60^{\circ}\text{C}$ 。

说 明 书

磁芯的制造方法及热处理方法

本发明涉及具有极恒定的导磁率的磁芯的制造方法,该磁芯用作滤除叠加在直流电流上的平稳脉动分量的噪声滤波器的磁芯或作常规使用噪声滤波器的磁芯,如用于有源滤波器或高频变压器。本发明还涉及制造方法应用的有效技术。

噪声滤波器或高频变压器用的扼流线圈这类产品中的磁芯,要求具有基本恒定的导磁率,这就是说,导磁率与磁场强度 H 不能密切相关,但保持基本恒定。为实现恒定的导磁率,在用非晶合金制成的所说的非晶形磁芯中,用铁基非晶合金薄带(以下称作非晶带或磁带)按所需的匝数卷绕成所说的非晶磁芯,经过热处理,并用环氧树脂一类的粘合剂浸渍,固化以后,安置了使磁通路断开的间隙部分,能实现恒定的导磁率。

由于希望在不久的将来这类扼流线圈能在几百千赫或更高的高频率范围内使用,因此这样的高频范围内必须减小磁芯所产生的热量,也就是说,磁芯的损耗应尽可能低。

考虑到上述的情况,已制成的带有上述间隙的磁芯存在的问题是,由于绝缘破坏使磁芯损耗明显增大,或像在切割面磁芯损耗明显增大。此外,在浸渍环氧树脂时或在环氧树脂固化时会产生压应力,且在切割时会出现加工变形。

如上所述,只要不形成间隙,多种技术可能实现恒定的导磁率。

由 A. Datta 等人进行的早期研究中表明,该文发表在 1981

年出版的“Proc. 4th Int. Conf. on Rapidly Metals”(PP1007 ~ 1010),热处理后 α -铁晶粒淀积在非晶带表面附近,提供恒定导磁率。

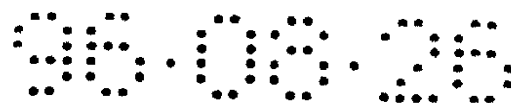
此后,日本专利公开说明书 63-24016 提出,在低于结晶温度下进行 10 小时以上的低温处理,并稳定地抑制在表面上结晶化来实现恒定导磁率。

然而,上述的现有技术中,由于具有指定的恒定导磁率的磁芯是用在非晶带表面淀积晶粒的方法获得的,因此,在热处理中甚至有轻微的温度变化也会引起导磁率波动,并且会出现不能大量提供质量稳定的产品问题。

另一方面,为了在非晶带表面结晶化,Morita 在 J. Japan. Inst. Metals. Vol. 52, No. 4, (1988). PP420-427 中报道说,他发现在非晶带(铁-硼-硅系)的邻近表面层处出现结晶的现象。然而,如果热处理气氛中含有水分,则磁芯损耗变坏。

根据他的报道,当 $\text{Fe}_{78.5}\text{B}_{13}\text{Si}_{8.5}$ 非晶合金带在温度为 673K,在氩气(Ar)、氮气(N_2)、干燥氢气(H_2)和氮气加氧($\text{N}_2 + \text{O}_2$)的气氛中退火处理后,磁芯损耗被改善,且磁芯损耗值之间基本没有差别。但当非晶合金带在潮湿的氢气(H_2)气氛中在 323K(50℃)的露点温度下退火处理后,磁芯损耗变坏。然而,文章没有说到关于为实现恒定的导磁率所用的热处理方法。

顺便说及,非晶带的恒定导磁率与退火条件密切相关,也就是说,正如上述的磁芯制造工艺中热处理温度与恒定导磁率密切相关,并且,为获得恒定导磁率必须严格控制热处理的温度。然而,已经知道无论怎样严格控制热处理条件,也未必总是能获得具有指定的恒定导磁率的磁芯。



本发明人认为,造成这种现象的原因是由于材料决定的磁带(非晶带)的特性分散(也就是说组分的分散)。

图 1 表示的是热处理温度与 14 个样品(R_1-R_{14})的导磁率之间的关系,样品是从许多不同的磁带坯料中任选出来的。图中,热处理是在空气中热处理 2 小时。

导磁率的测试条件是 100KHz 交流磁场 5mOe(毫奥斯特)和直流磁场 0 奥斯特,用 Hewlett Packard 公司制造的 HP4280A 和 HP4281A 型精密 LCR(电感电容电阻)测定计测试。

导磁率与恒定导磁率之间的关系如图 2 所示,也就是说,图 2 示出了导磁率随各个热处理温度中直流叠加磁场的增大所起的变化。

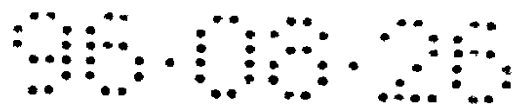
正如所描绘的,以指定的恒定导磁率为基准,用增加直流叠加磁场的方法,例如用粉末型平滑扼流圈,可以使导磁率不急剧降低。

正如从图 2 中看到的,叠加直流磁场下的导磁率,即恒定导磁率可以用只测量不加磁场 0 Oe(0 奥斯特)的导磁率来测定。

此外,在不加磁场 0 Oe(0 奥斯特)状态下降低导磁率,自然能够获得恒定导磁率。

从图 1 可以看到,在温度为 445℃ 下经 2 小时热处理的情况下可以用同时形成相应于导磁率为 250 的导磁率范围从 180 至 380 的磁芯。也就是说,即使严格控制温度条件,所形成的磁芯具有的导磁率差别可能最大为 200,合格率可能极差。

本发明的第一个目的是提供一种具有恒定导磁率、也不形成气隙的磁芯,用控制热处理条件,实际上是控制热处理气氛中的蒸汽量来实现,并提供一种磁芯,可以使热处理温度范围扩



大,在低导磁率范围内具有较少的磁芯损耗和稳定的特性。

为实现第一个目的,按本发明的磁芯制造方法包括:用铁基非晶带卷绕制成一个磁芯主体,然后在含蒸汽总量转换在 25°C 时为5至500克/米³的潮湿气氛中对磁芯主体进行热处理。

本发明人基于以下的发现完成了本发明所述的制造方法,向热处理气氛中导入预定量蒸汽的情况下能获得稳定的恒定导磁率,在这种情况下不形成气隙,在低导磁率范围内在一个宽的温度范围内是有较低的磁芯损耗。

本发明的第二个目的是,提供一种磁芯,考虑到作为坯料的磁带的特性分散性,制成品磁芯具有稳定的特性,甚至在存在这种分散性的情况下产品保持好的合格率。

为实现第二个目的,按本发明的磁芯热处理方法为下列方法(A)、(B)和(C)中之一。

(A)、卷绕磁带获得磁芯主体,并对该磁芯主体进行热处理的方法,包括:测量从坯料中任选出的样品磁带的居里温度(居里点),将测得的温度值与相应于预先制成的指定导磁率用的热处理温度的居里点比较,确定热处理温度的最佳值。

(B)、卷绕磁带获得磁芯主体,并对该磁芯进行热处理的方法,包括:测量从坯料中任选出的样品磁带的微分结晶温度,将测得的温度值与相应于预先制成的指定导磁率的热处理温度的微分结晶温度比较,以确定热处理温度的最佳值。

(C)、卷绕磁带获得磁芯主体,并对该磁芯主体进行热处理的方法,包括:测量从坯料中任选出来的样品磁带的结晶温度,将测得的温度值与相应于预先制成的指定导磁率用的热处理温

度的结晶峰值温度比较,以确定热处理的最佳温度值。

方法(B)中的微分结晶温度的定义为,在该温度下非晶的结晶在不同的扫描热量变化下在正方向达到最大。

也就是说,它可以由结晶时的微分 DSC(DSC 为微分扫描测热量)随时间变化的特性曲线获得。

结晶峰值温度(T_x)有时可能在两个位置出现,在这种情况下,第一个结晶温度的微分结晶温度定义为第一微分结晶温度(T_{x1d}),第二个结晶温度的微分结晶温度定义为第二微分结晶温度(T_{x2d})。

此外,方法(C)中的结晶温度可以用日本工业标准(JIS—H7151)所述的非晶—金属的结晶温度测试方法获得。所说的结晶温度测试方法也可以是,例如,电阻的温度变化、热膨胀引起的温度变化和 x—射线衍射中的温度变化。这些方法中,用 DSC(微分扫描测热法)装置确定结晶峰值温度的方法是合适的,并能以高精度确定结晶温度,同时有好的重复性。

图 1 是热处理温度与各批磁带的导磁率分散性之间的关系曲线;

图 2 是导磁率随磁带中叠加直流磁场的变化图;

图 3 是热处理温度与本发明方法中每个热处理气氛下的导磁率之间的关系图;

图 4 是热处理温度与本发明制造方法中每个热处理气氛下的磁芯损耗之间的关系图;

图 5 是导磁率与本发明制造方法的磁芯损耗之间的关系图;

图 6 是导磁率与本发明制造方法中的蒸汽量之间的关系

图；

图 7 是空气隙铁心扼流圈与压粉铁心扼流圈之间直流叠加磁场特性比较图；

图 8 是热处理温度与本发明制造方法中的每个热处理温度下磁芯损耗之间的关系图；

图 9 是本发明的热处理方法(A)的样品 2、3 使用 DSC 装置测得的微分扫描热量变化图；

图 10 是本发明热处理方法(A)中的热处理温度随导磁率为 250 时的居理温度的变化图；

图 11 是本发明热处理方法(A)中的热处理温度随导磁率为 300 时的居理温度的变化图；

图 12 是本发明热处理方法(B)中样品 4、5 的微分扫描热量变化与用 DSC 装置测得的微分结晶温度的变化图；

图 13 是本发明热处理方法(B)中热处理温度随导磁率为 250 时的微分结晶温度的变化图；

图 14 是本发明热处理方法(B)中的热处理温度随导磁率为 300 时的微分结晶温度的变化图；

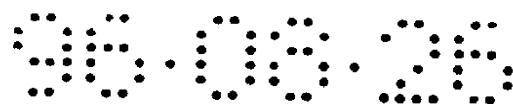
图 15 是本发明热处理方法(C)中的样品 6、7 用 DSC 装置测得的微分扫描热量变化图；

图 16 是本发明热处理方法(C)中的热处理温度随导磁率为 250 时的结晶峰值温度的变化图；

图 17 是本发明热处理方法(C)中的热处理温度随导磁率为 300 时的结晶峰值温度的变化图；

现在,首先将说明本发明的磁芯制造方法。

在该方法中,采用磁芯主体。例如,将非晶 金属(薄片)制



成的带材切割并卷绕,在卷包的端头加聚酰亚胺薄膜带或类似物使其固定,制成要用的磁芯主体。

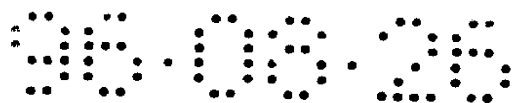
本发明中使用的非晶金属是铁基非晶合金(金属),合金中铁(Fe)的含量大于 50 原子%,铁基非晶形合金可以认为,例如下列铁系合金,如铁—硼(Fe—B)、铁—硼—碳(Fe—B—C)、铁—硼—硅(Fe—B—Si)、铁—硼—硅—碳(Fe—B—Si—C)、铁—硼—硅—铬(Fe—B—Si—Cr)、铁—钴—硼—硅(Fe—Co—B—Si)和铁—镍—钼—硼(Fe—Ni—Mo—B)。

其中,最好的铁基非晶金属是,例如, $\text{Fe}_x\text{Si}_y\text{B}_z\text{M}_w$, x, y, z 均用原子%表示,范围为: $x=50-85, y=5-15, z=5-25$,此外, M 为 Co、Ni、Nb、Ta、Mo、W、Zr、Cu、Cr、Mn、Al 和 P 组成的金属组中的一种或多种,其中 w 为 0 到 5 原子%。

在本发明的磁芯制造方法中,磁芯主体在潮湿气氛中经过热处理,潮湿气氛包含蒸汽总量转化成 25℃ 时为 5 至 500 克/米³,较好的是 8 至 200 克/米³,最好是 20 至 80 克/米³。假若潮湿气氛中蒸汽量范围从 5 至 500 克/米³,在一个宽湿度范围内能获得稳定的恒定导磁率,具有较低的磁芯损耗。甚至在消除气隙的情况下,在低导磁率范围也能获得稳定的恒定导磁率,并且有较低的磁芯损耗。

热处理气氛可以与空气相同,并能防止用作固定非晶带端头的聚酰亚胺薄膜带的类似物脱落,最好是用惰性气体,如氮气的气氛。

如上所述,从图 2(表示导磁率随每个热处理温度用的直流叠加磁场的增大的变化图)可以看出,用降低不加磁场(0 Oe)状态下的磁芯导磁率的方法,自然能获得恒定导磁率。



顺便谈及,升高热处理温度至高温通常能降低导磁率,但是,升高热处理温度也能增大磁芯损耗。考虑到上述情况,下面将说明本发明在相当低的温度范围内实现导磁率控制。

图 3 给出了卷绕非晶金属带制成的磁芯主体(无隙)在干燥状态和潮湿状态(蒸汽总量转化成在 25°C 时为 23 克/米^3),在空气、氧和氮气每种气体作为热处理气氛的热处理温度与导磁率之间的关系,导磁率测试方法如上所述。当叠加直流磁场时,用确定的导磁率能估算出恒定导磁率。能获得的最佳恒定导磁率范围是从 150 至 600。

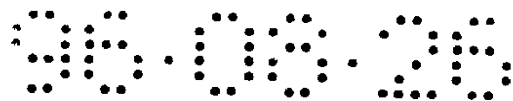
如图 3 所看到的,在低于 450°C 相对低温度范围内在所说的潮湿气氛中经过 2 小时热处理,可以抑制导磁率。

按照本发明,由于磁芯主体是在含上述的预定蒸汽量的潮湿气氛中处理过,磁芯的导磁率甚至在相对低的温度范围内进行热处理的情况下也能被抑制,并能获得较宽温度范围内的稳定恒定导磁率。

图 4 和 8 给出了热处理温度与铁芯或磁芯损耗之间的关系。图 5 给出了在每种气氛下导磁率和磁芯损耗之间的关系。

在图 4 和 8 中,在干燥气氛和潮湿气氛中的磁芯损耗随热处理温度的变化基本相同,这表明,在潮湿气氛中进行热处理的磁芯损耗比在干燥气氛中进行热处理的磁芯损耗不会增大。

此外,从图 5 中可以看出,导磁率范围超过 600 时,在潮湿气氛中热处理的磁芯损耗比在干燥气氛中热处理的磁芯损耗有较大增加。然而,在导磁率范围约 100 到 600 时的所说低导磁率范围内能实现本发明中指定的恒定导磁率,其磁芯损耗与干燥气氛中热处理的磁芯损耗相比完全没有变劣。



在按本发明的制造方法中,控制低温范围一边的磁芯导磁率,在整个宽的温度范围内获得恒定的导磁率,并防止磁芯损耗变坏,热处理温度 T 在下列等式 1 表示的范围内,实际上是在等式 2 表示的范围内:

等式 1:

$$T_x - 5^\circ\text{C} \geq T \geq T_x - 100^\circ\text{C}$$

等式 2:

$$T_x - 20^\circ\text{C} \geq T \geq T_x - 60^\circ\text{C}$$

在等式 1、2 中 T_x 表示非晶合金的结晶温度。

热处理时间没有特别限定,但以 1 分钟到 20 小时为好。

如等式 1 和 2 所示,热处理温度 T 由结晶温度 T_x 确定,因为低温边的恒定导磁率被破坏,而在高于上述温度的高温边磁芯损耗增大。

在这种情况下结晶温度由两条线之间的交点确定,一条线是从对 10 毫克样品在氮气气氛中温速为 $10^\circ\text{C}/\text{分}$ 的条件下测得的热产生峰值曲线出发并朝着基线的高温边延伸,而基线位于在最低温度下热产生峰值的低温边上,另一条是位于热发生峰值达到最大的低温边上的引出线斜点处的切线延伸线。

最佳热处理温度范围随合金组份变化,当用 Allied 公司制造的非晶形合金 2605S-2 ($\text{Fe}_{78}\text{B}_{13}\text{Si}_9$ (原子%), $T_x = 501^\circ\text{C}$) 时最佳热处理温度范围通常是从 496°C 至 401°C ,最好是 476°C 至 431°C 。

图 6 示出了导磁率与蒸汽总量之间的关系,正如从图中看到的,在热处理温度较低时,用较小量蒸汽可以抑制导磁率。也就是说,发现在如此低的温度范围内输入潮湿气氛能获得稳定

的恒定导磁率。

在本发明的制造方法中,用控制热处理气氛中的蒸汽量可以提供在低导磁率范围内有低磁芯损耗和稳定特性的磁芯。

此外,由于温度控制范围被潮湿气氛中的热处理拓宽,甚至控制的温度有或大或小的误差也能获得具有稳定特性的产品,而且能提高磁芯的合格率。

按本发明方法获得的磁芯的最佳使用是,例如,作为扼流线圈,对此将进行说明。

然后要说明按本发明的热处理方法(A)、(B)和(C)。

在这些方法中,对上述制造方法中用作磁芯的磁芯主体进行热处理,磁芯主体是用上述的非晶带(磁带)卷绕制成的。

热处理气氛可以与磁芯制造方法中的空气气氛相同。然而,惰性气体,如氮气气氛较好,例如能防止聚酰亚胺薄膜带脱落。

热处理时潮湿气氛可以用作处理条件,在这种情况下,在比较低的温度范围内磁芯的导磁率能被抑制,在含蒸汽总量转换成 25°C 时为 5 至 500 克/米³,较好为 8 至 200 克/米³,更好为 10-80 克/米³,最好为 20 至 80 克/米³ 的潮湿气氛中对磁芯处理能够获得在宽温度范围内的恒定磁导率的稳定。

在本发明的热处理方法中,磁带是在热处理前从坯料中任选出来的,一部分磁带切成样品,在热处理方法(A)中是测出样品的居里温度,在热处理方法(B)中是测出样品的微分结晶温度,在热处理方法(C)中是测出样品的结晶峰值温度,用 DSC (微分扫描测热法)装置测量。

现在详细说明方法(A)、(B)和(C)的每种方法。

方法(A):

图 9 表示出,作为样品的 20 毫克磁带用 DSC 装置测量出的微分扫描热量(DSC)的变化,从图中能看到磁带的居里点(T_c)为 407°C 。

用由 DSC 装置测得的温度值代替表示热处理温度与早获得的指定导磁率中的居里点之间关系的等式来确定热处理控制温度。

上述等式能被推导出来,如下所示。

简化热处理温度与许多原有的坯料指定导磁率中的居里温度之间的关系能获得等式。

图 10 是热处理温度随导磁率为 250 时的居里点的变化图。而图 11 是热处理温度随导磁率为 300 时的居里点的变化图。

从这两个图可以看出,居里温度与热处理温度之间存在很强的正比关系,由此用最小二乘方法可以推导出下列等式:

等式 3:

$$T(^{\circ}\text{C}) = 1.634 \times T_c(^{\circ}\text{C}) - 204.77,$$

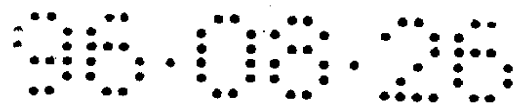
等式 4:

$$T(^{\circ}\text{C}) = 1.363 \times T_c(^{\circ}\text{C}) - 99.88。$$

等式 3 中 T 表示指定的导磁率(例如,250)的热处理所需的控制温度, T_c 表示由 DSC 装置测得的居里温度,校准系数为 0.983。

为了控制热处理温度,应对电炉分段考虑特别控制,例如,在每批坯料获得的热处理温度(T)的控制温度范围 440°C 至 460°C 的基础上控制在相差 1°C 。

电炉的温度控制是在热处理温度(T)的控制温度基础上导出的,因此,可以用等式 3 确定,而且,在为获得指定的导磁率所



用的最佳热处理控制温度时的热处理(退火)是根据每批预定的坯料导出的。

方法(B):

图 12 给出了微分扫描热量的变化,样品是 10 毫克磁带,样品用 DSC 装置测量,从图中能找出第一个微分结晶温度($T_{x_{1d}}$)。

然后,由 DSC 装置测得的温度值代替表示热处理温度与在早已测得的指定导磁率的第一微分结晶温度($T_{x_{1d}}$)之间关系的等式来确定热处理温度。

上述等式推导如下。

预先简化热处理温度与许多批坯料所指定的导磁率中的第一微分结晶温度($T_{x_{1d}}$)之间关系可以得出该等式。

图 13 给出了热处理温度随导磁率为 250 时的微分结晶温度的变化,而图 14 给出了热处理温度随导磁率为 300 时的微分结晶温度的变化。

如从两个图中所看到的,微分结晶温度与热处理温度之间存在强正比关系,由此用最小二乘方法能推出下列等式 5 和 6。等式 5 表示的是导磁率为 250 的情况,而等式 6 表示的是导磁率为 300 的情况。

$$\text{等式 5: } T(^{\circ}\text{C}) = 1.149T_{x_{1d}} - 138.43,$$

$$\text{等式 6: } T(^{\circ}\text{C}) = 0.935T_{x_{1d}} - 41.49.$$

等式 5 和 6 中, T 表示能获得指定导磁率的热处理控制温度, $T_{x_{1d}}$ 表示第一微分结晶温度,每个等式中,校准系数至少为 0.98。

为了电炉中的热处理温度,电炉温度在热处理温度(T)用的控制温度基础上控制在相差 1°C 。

顺便说及,热处理是以等式 5 和 6 为基础确定的热处理用的控制温度来控制电炉进行的。

方法(C):

图 15 给出了 20 毫克重的磁带样品的微分扫描热量变化,样品用 DSC 装置测量,并从图中能看到结晶热产生峰值温度(T_x)。

然后,用 DSC 装置测得的温度值代替表示热处理温度与在预先测量得的指定导磁率中的结晶峰值温度(T_x)之间关系的等式来确定热处理温度。

上述等式的推导,如下所示。

该等式可这样获得,例如,用预先简化热处理温度与许多批坯料具有的指定导磁率中的结晶峰值温度之间的关系。

图 16 给出了热处理温度随导磁率为 250 时的结晶峰值温度变化。而图 17 表示了热处理温度随导磁率为 300 时的结晶峰值温度的变化。

从两幅图中能看到,结晶峰值温度与热处理温度之间存在强的正比关系。由此,下列等式 7,最好是等式 8 可以用最小二乘方法推导出。

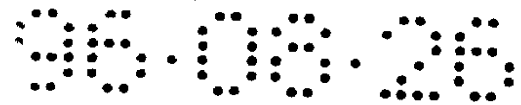
等式 7:

$$T(^{\circ}\text{C}) = 0.928T_{x1} - 31.86,$$

等式 8:

$$T(^{\circ}\text{C}) = 0.766T_{x1} + 49.06.$$

等式 7 和 8 中, T 表示能获得的指定导磁率的热处理用的控制温度, T_{x1} 表示图 15 中的第一结晶峰值温度,每个等式中的核准系数最小为 0.98。



为了电炉中的热处理温度,电炉温度在热处理温度(T)用的控制温度基础上控制在相差 1°C 。

顺便提及,热处理是以等式 7 和 8 为基础确定的热处理用的控制温度来控制电炉进行的。

按本发明的每种热处理方法,甚至作为坯料的磁带在热处理前的特性是分散的,也总能获得产品质量特性稳定的磁芯。

现在用实施例说明本发明。

例 1(磁芯制造方法例)

用 Allied 公司制造的一种非晶带(商品名:Metglass,批号 No:2605s-2,组分: $\text{Fe}_{78}\text{B}_{13}\text{Si}_9$ 原子%,厚 21 微米,宽 10 毫米)卷绕成外径为 25 毫米和内径为 15 毫米的环形磁芯主体,在电炉内处理温度为 445°C 下经 2 小时退火,在该情况下退火气氛是在氮气中含有蒸汽总量转化为在 25°C 时为 $25\text{克}/\text{米}^3$ 的潮湿气氛。然后,将无气隙的磁芯主体放入合成树脂制成的外壳中制成磁芯。

磁芯的导磁率与直流叠加磁场之间的关系示于图 7 中。

图中分别画出了按上述磁芯相同条件制成的空气隙铁心扼流圈和用铁硅铝磁合金粉压制成的压粉铁心扼流圈的特性曲线,以便进行比较。

从图中能够看到,该例中获得的磁芯具有的特性与压粉铁心扼流圈的特性类似,而且在整个重叠部分本例中获得的磁芯能获得比压粉铁心扼流圈高的导磁率。此外,该磁芯在 100 奥斯特(Oe)或更低的磁场中导磁率不会像空气隙铁心扼流圈在这种情况下突然降低。

例 2(磁芯的热处理方法(A)的实例)

用与例 1 相同的 Allied 公司制造的非晶 磁带卷绕成外径为 25 毫米和内径为 15 毫米的环形磁芯主体。

另一方面,用 DSC 装置测出从上述非晶 磁带的每批坯料中任选出样品的居里点(T_c)。

然后,用测量值代替等式 3 来确定热处理温度(T)的控制温度,并在此基础上控制电炉。

该例中,电炉的热处理温度(T)对居里温度(T_c)为 397.1°C 的批料控制在 444°C 。

热处理气氛用氮气气氛,热处理时间为 2 小时。

结果是获得相应于指定导磁率 250 的导磁率范围在 245 至 255 的磁芯合格率为 97%。

热处理完成之后,将无气隙的磁芯主体装入合成树脂壳内,制成磁芯。

例 3(磁芯的热处理方法(A)的实例)

用与例 1 相同的 Allied 公司制造的非晶 磁带卷绕成外径为 25 毫米和内径为 15 毫米的环形磁芯主体。

另一方面用 DSC 装置测量从上述非晶 磁带的每批坯料中任选出样品的居里点(T_c)。

然后用测得的值代替等式 3 来确定热处理控制温度(T),并以此为基础控制电炉。

在该例中,电炉的热处理温度(T)对居里点(T_c)为 400.4°C 的坯料控制在 446°C 。

热处理气氛用氮气气氛,热处理时间为 2 小时。

其结果是,相应于指定导磁率 308 的导磁率范围从 290 至 300 的产品合格率为 94%。

热处理完成后,无气隙的磁芯主体装入合成树脂壳内,制成磁芯。

例 4(磁芯的热处理方法(B)的实例)

用与例 1 相同的 Allied 公司制造的非晶 磁带卷绕成外径为 25 毫米和内径为 15 毫米的环形磁芯主体。

另一方面,用 DSC 装置测量从上述非晶 磁带的每批坯料中任选出样品的微分结晶温度($T_{x_{10}}$)。

然后,用测量值代替等式 5 和 6 确定热处理控制温度(T),并以此为基础控制电炉。

在该例中,对于微分结晶温度($T_{x_{10}}$)为 505.7℃的坯料,电炉的热处理温度(T)控制在 443℃。其结果是,相应于指定导磁率 250 的、导磁率范围从 245 至 255 的产品合格率为 99%。

热处理完成后,不含气隙的磁芯主体装入合成树脂壳内形成磁芯。

例 5(磁芯的热处理方法(B)的实例)

用与例 1 相同的 Allied 公司制造的非晶 磁带卷绕成外径为 25 毫米和内径为 15 毫米的环形磁芯主体。

另一方面,用 DSC 装置测量从上述非晶 磁带的每批坯料中任选出样品的微分结晶温度($T_{x_{10}}$)。

然后,用测量值代替等式 5 和 6 来确定热处理控制温度(T),并以此为基础控制电炉。

这种情况下,对于具有微分结晶温度($T_{x_{10}}$)为 508.5℃的坯料,电炉的热处理温度(T)控制到 443℃。

其结果是,具有相应于指定导磁率为 300 的、导磁率范围在 290 至 300 的产品合格率为 97%。

热处理完成后,不含气隙的磁芯主体装入合成树脂制成的壳内,制成磁芯。

例 6(磁芯的热处理方法(C)的实例)

用与例 1 相同的 Allied 公司制造的非晶 磁带卷绕成外径为 25 毫米和内径为 15 毫米的环形磁芯主体。

另一方面,用 DSC 装置测量从上述非晶 磁带的每批坯料中任选出样品的结晶峰值温度(T_x)。

然后用测量值代替等式 7 和 8 来确定热处理控制温度(T),并以此为基础控制电炉。

该情况下,对于具有第一微分结晶温度(T_{x1d})为 512.5°C 的坯料,电炉的热处理温度(T)控制在 444°C 。其结果是,具有相应于指定导磁率 250 的、导磁率范围从 245 至 255 的产品合格率为 92%。

热处理完成后,不含空气隙的磁芯主体装入合成树脂制成的壳内,制成磁芯。

例 7(磁芯的热处理方法(C)的实例)

用与例 1 相同的 Allied 公司制造的非晶 磁带卷绕成外径为 25 毫米和内径为 15 毫米的环形磁芯主体。

另一方面,用 DSC 装置测量从上述非晶 磁带的每批坯料中任选出样品的结晶峰值温度(T_x)。

然后,用测量值代替等式 7 和 8 来确定热处理控制温度(T),并以此为基础控制电炉。

在该情况下,对于具有第一结晶峰值温度(T_{x1})为 516.5°C 的坯料,电炉热处理温度(T)控制到 445°C 。

其结果是,具有相应于指定导磁率为 300 的、导磁率范围在

95.05.25

290 至 300 的产品合格率为 90%。

如上所述,实例 1—2 中,由于用非晶 磁带制成的磁芯主体是在含有预定蒸汽量的潮湿气氛中进行热处理,所以,磁芯具有稳定的特性。特别是在导磁率范围内能获得高合格率。此外,按照实例 3—7,采用在热处理中有关的居里温度、微分结晶温度或结晶峰值温度对坯料分散性进行补偿的方法,使其能获得特别高的产品合格率。

每批坯料的热处理温度与导磁率之间的散布关系曲线图

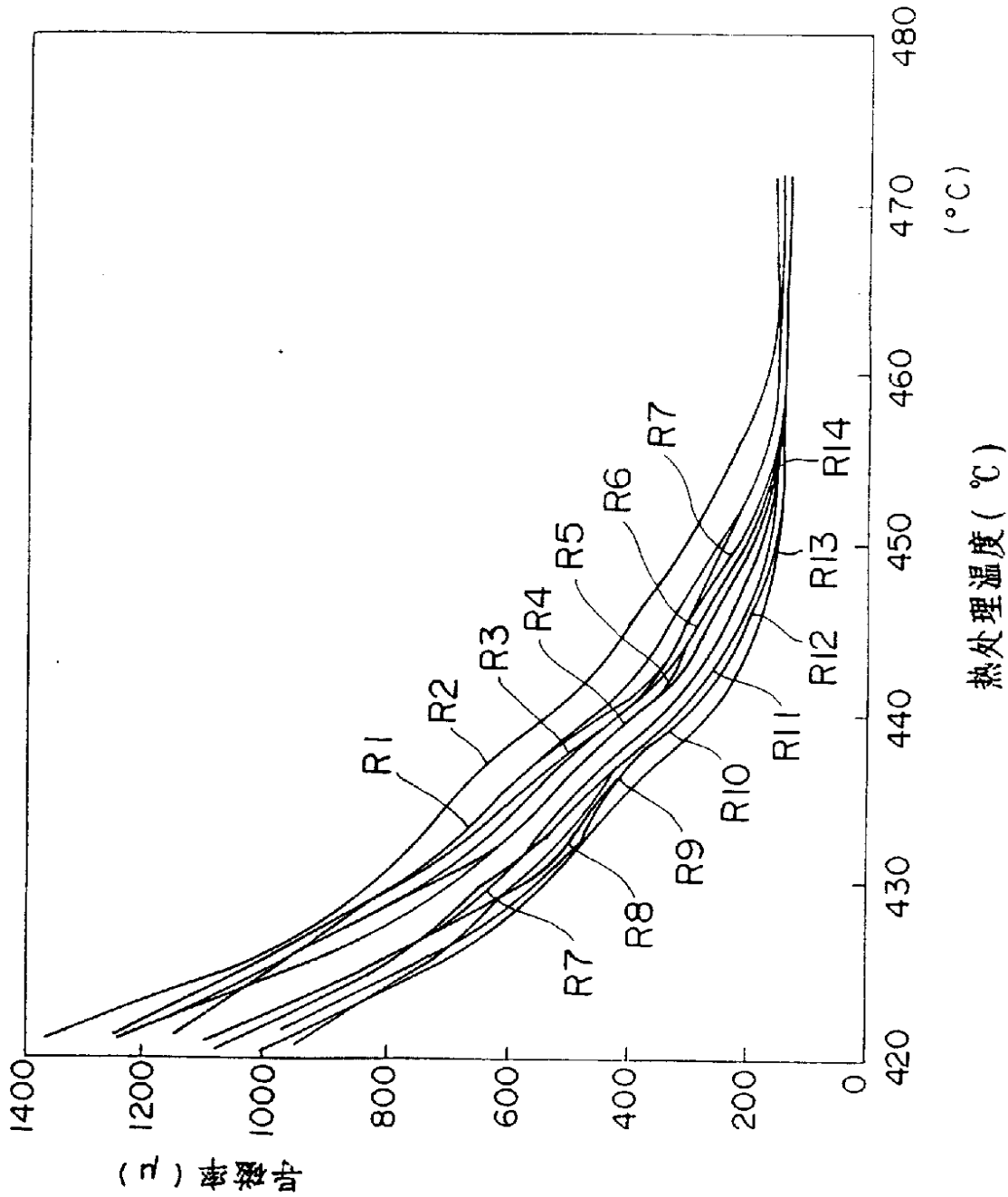


图 1

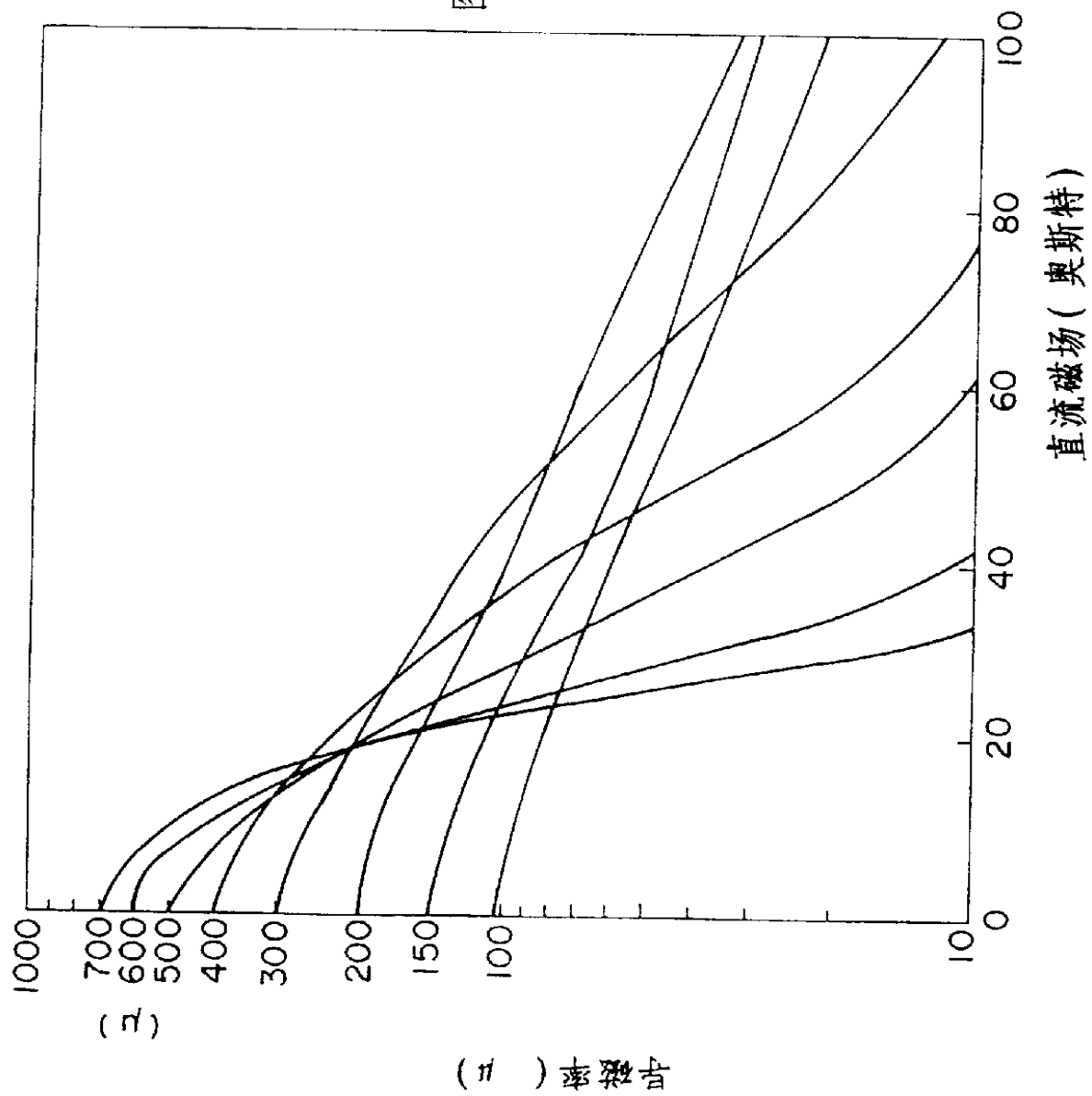


图 2

无空气隙铁心扼流线圈中热处理温度与导磁率之间的关系

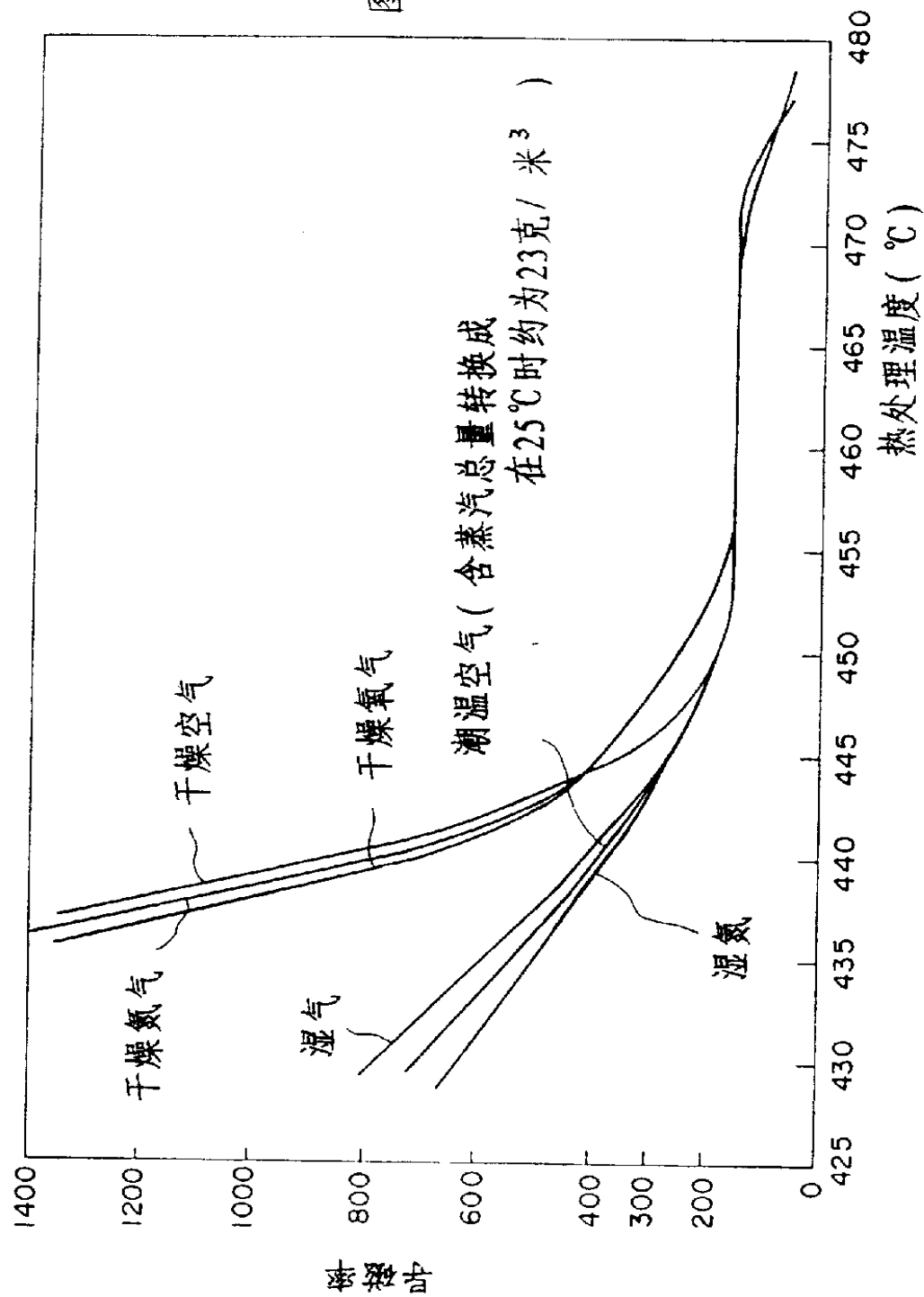


图 3

无空气隙铁心扼流线圈中热处理温度与磁芯损耗之间的关系

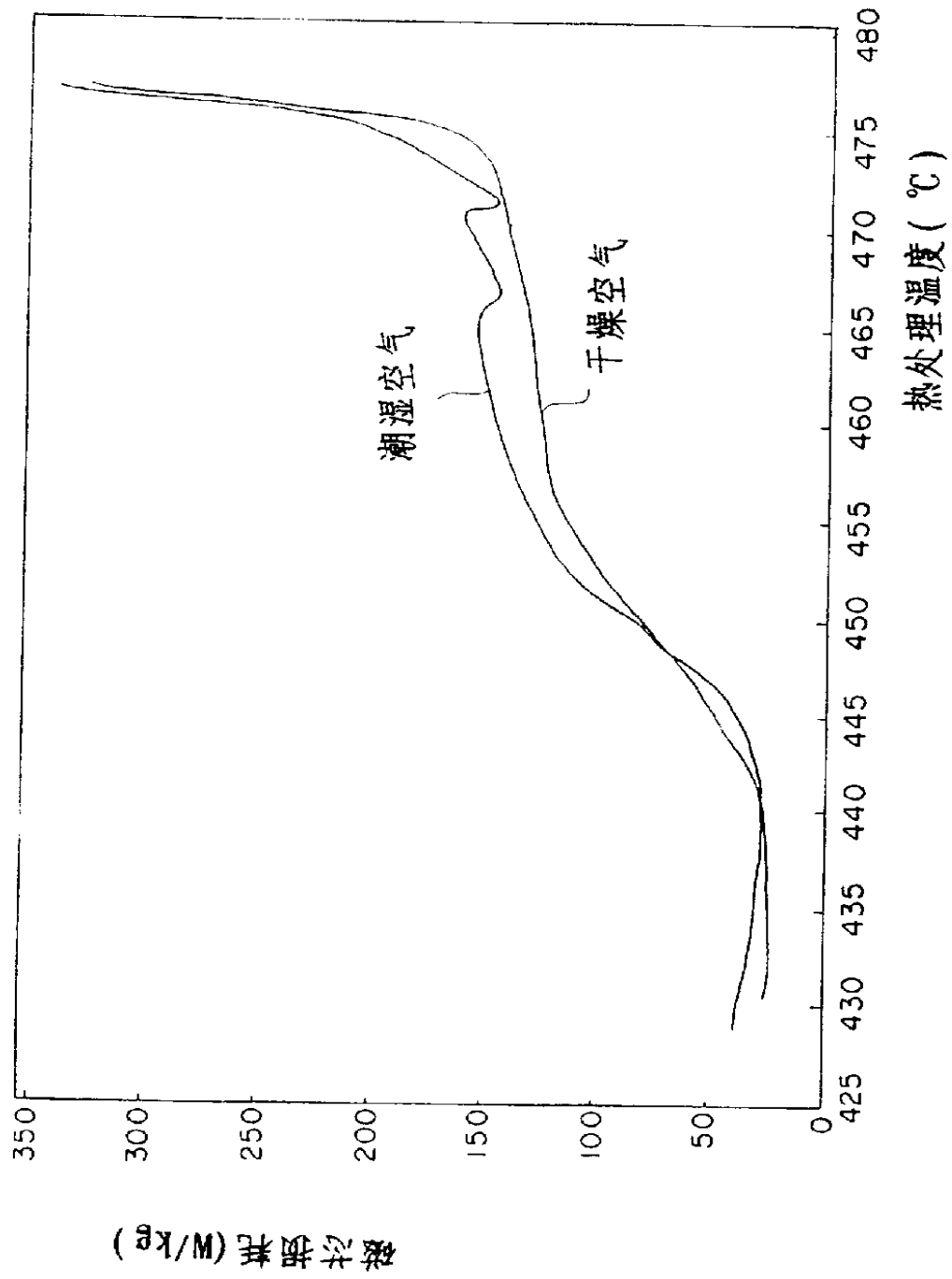
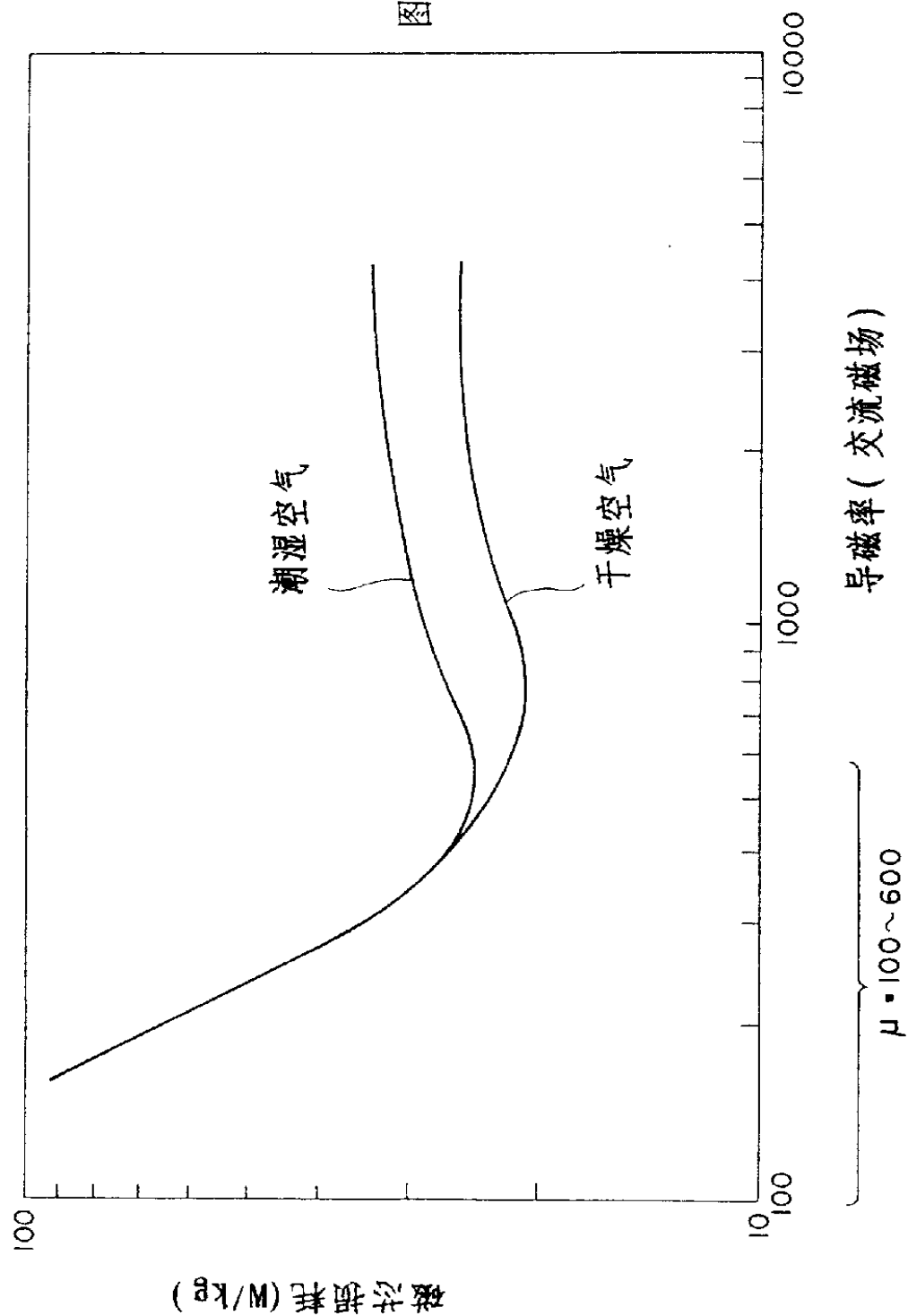


图 4

导磁率与磁芯损耗之间的关系



蒸汽总量 / 米³ 与导磁率之间的关系

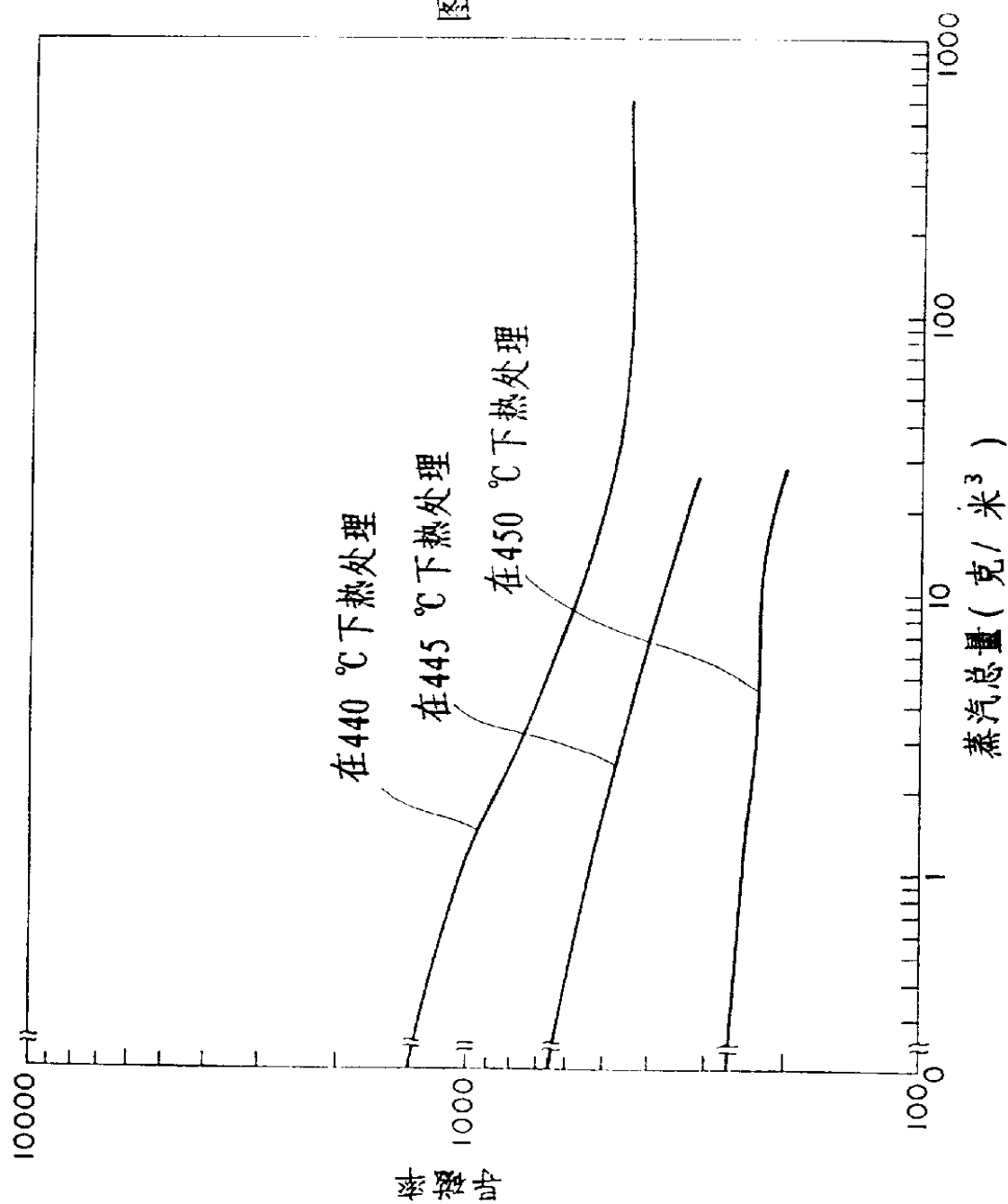


图 6

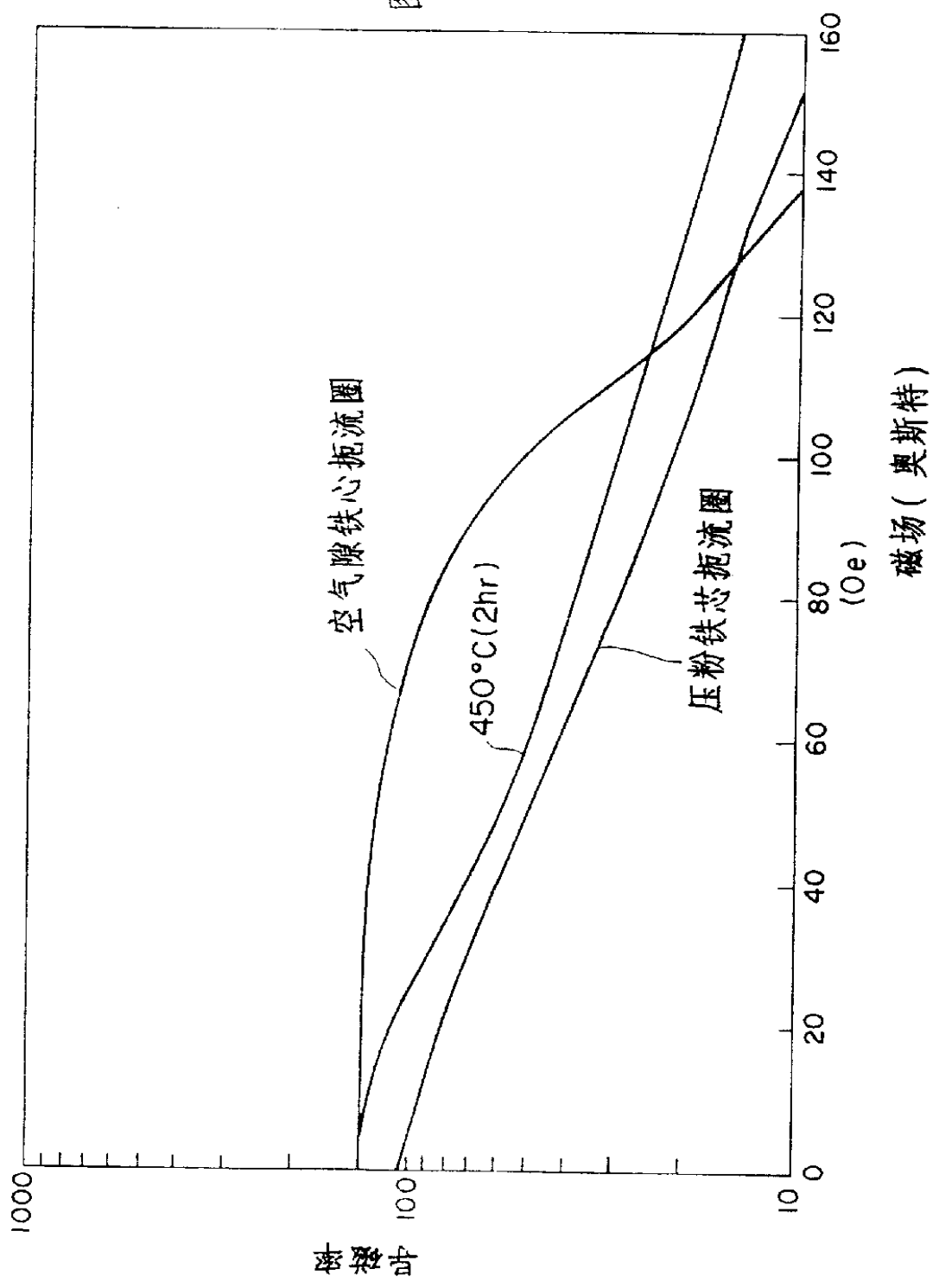
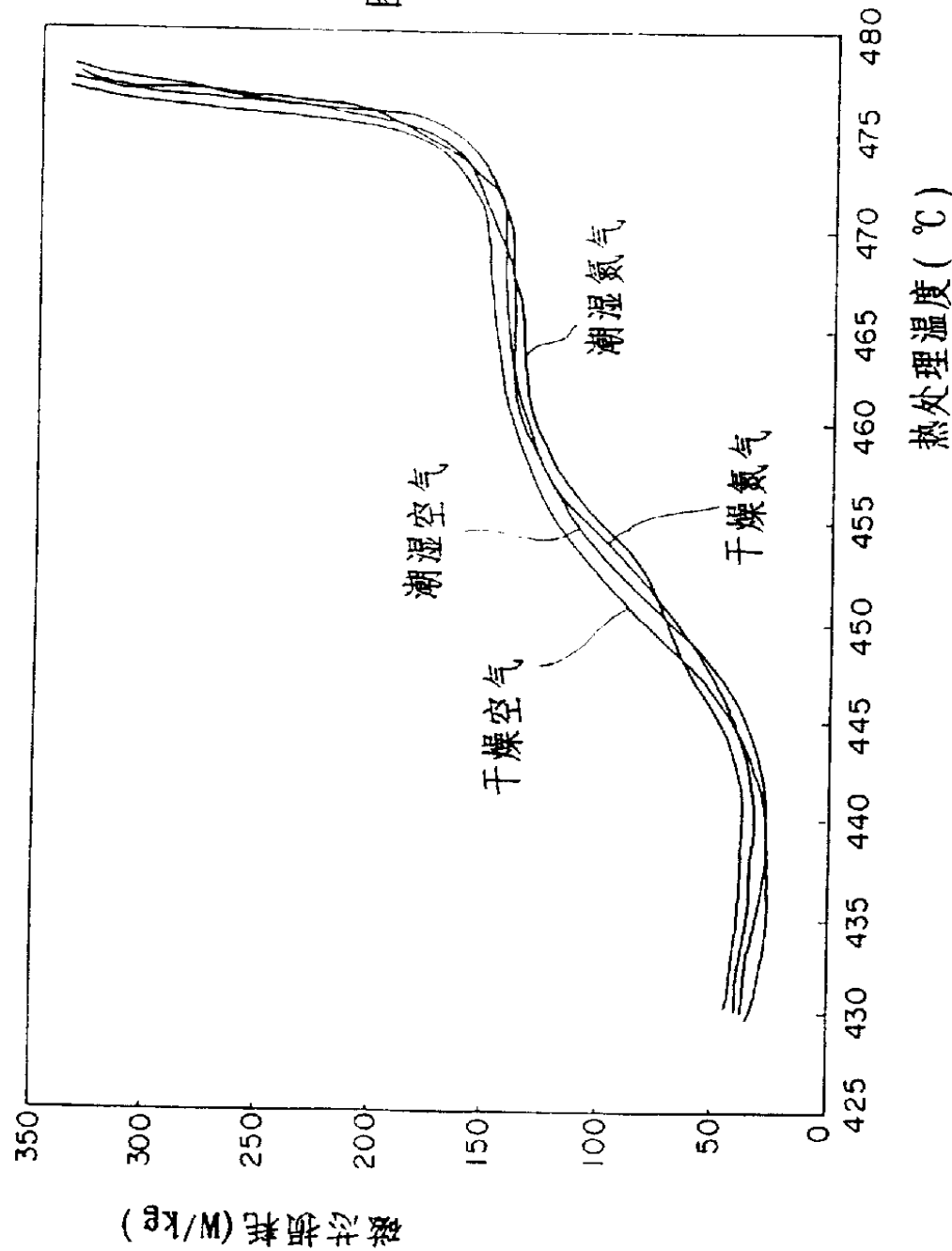
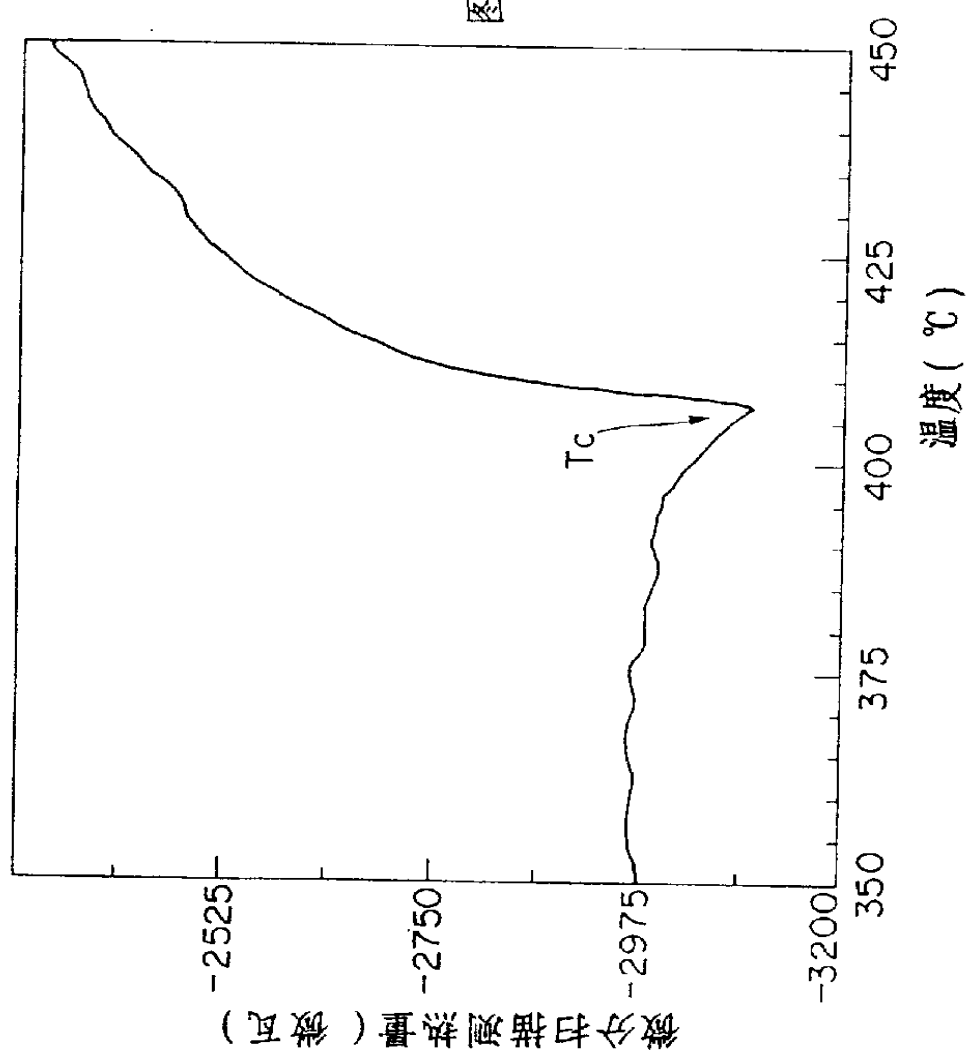


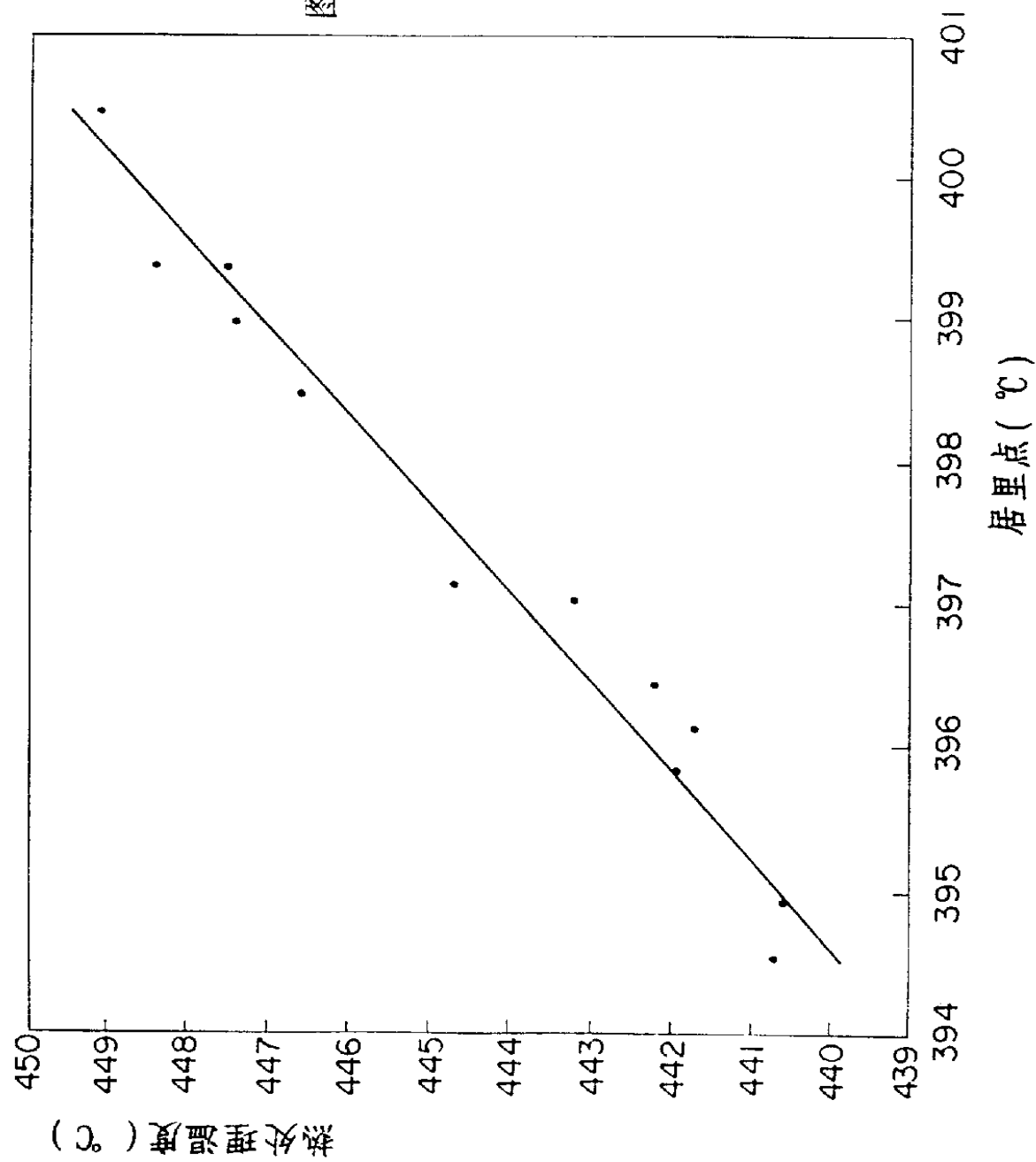
图 7

无空气隙铁心扼流线圈中热处理温度与导磁芯损耗之间的关系





导磁率为250的居里点与热处理温度之间的关系



导磁率为300 的居里点与热处理温度之间的关系

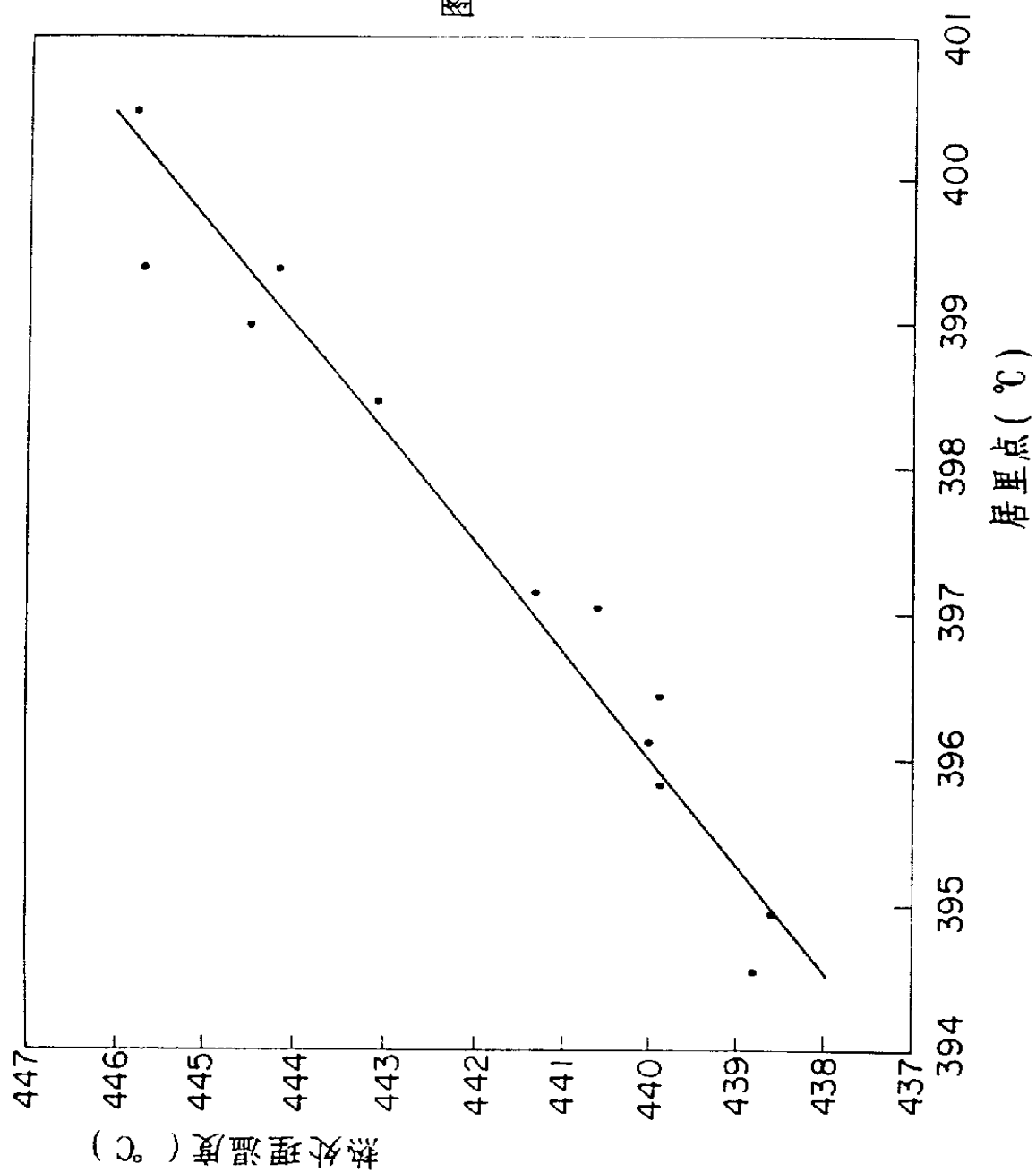


图 11

重量:10.0 毫克

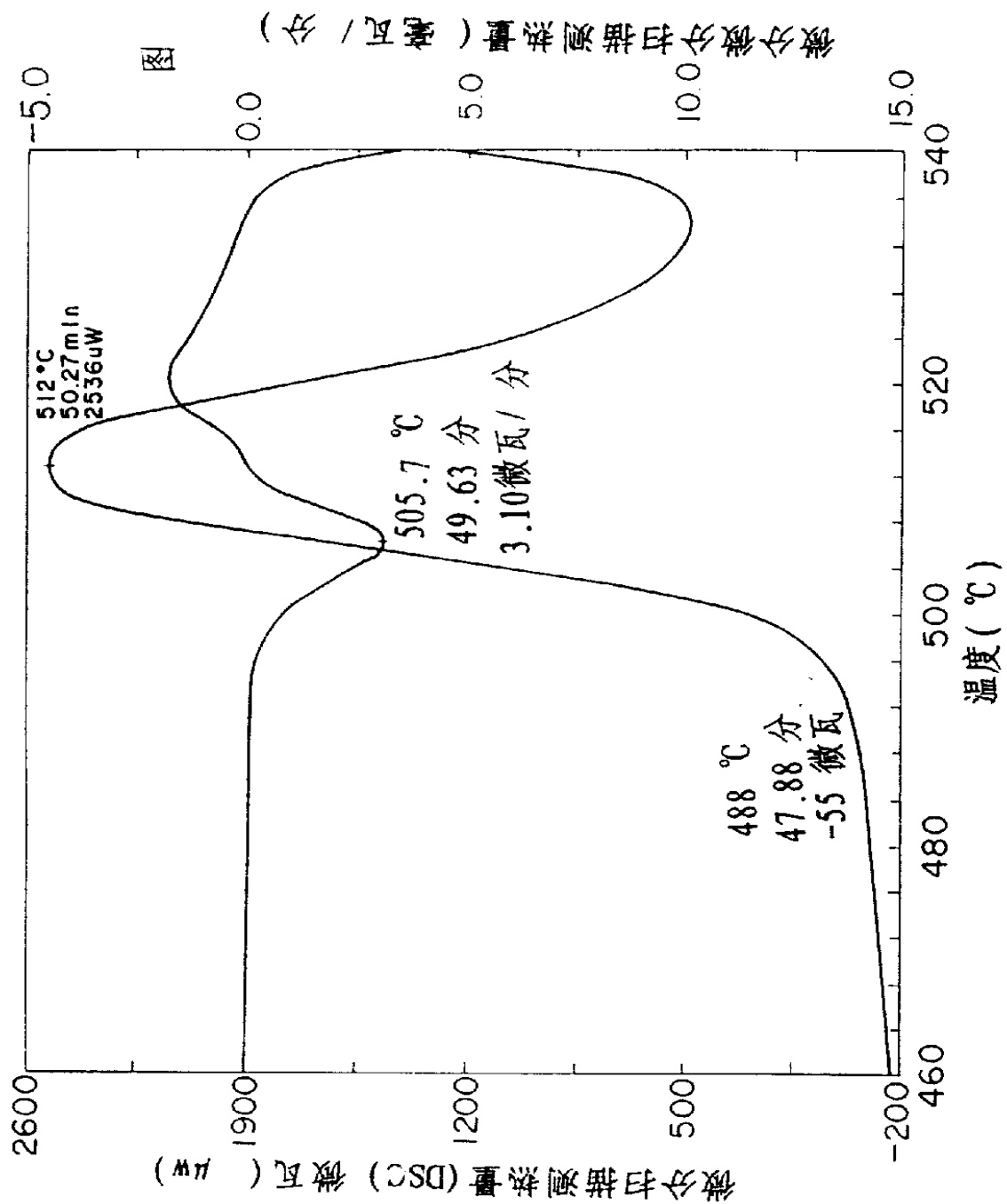


图 12

导磁率为250 时第一微分结晶温度(T_{x1d})与热处理温度之间的关系

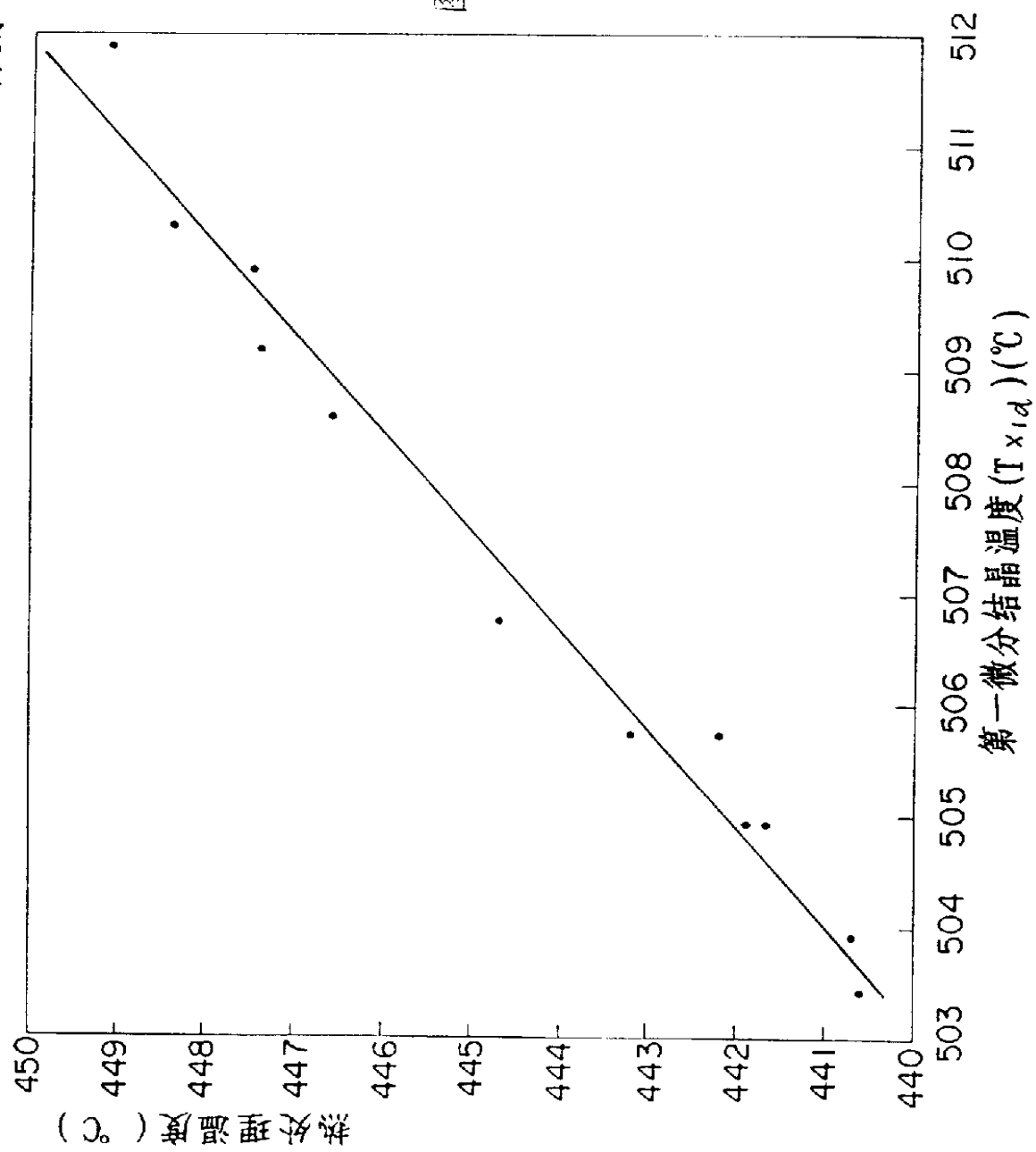


图 13

导磁率为300 时第一微分结晶温度 (T_{x1d})与热处理温度之间的关系

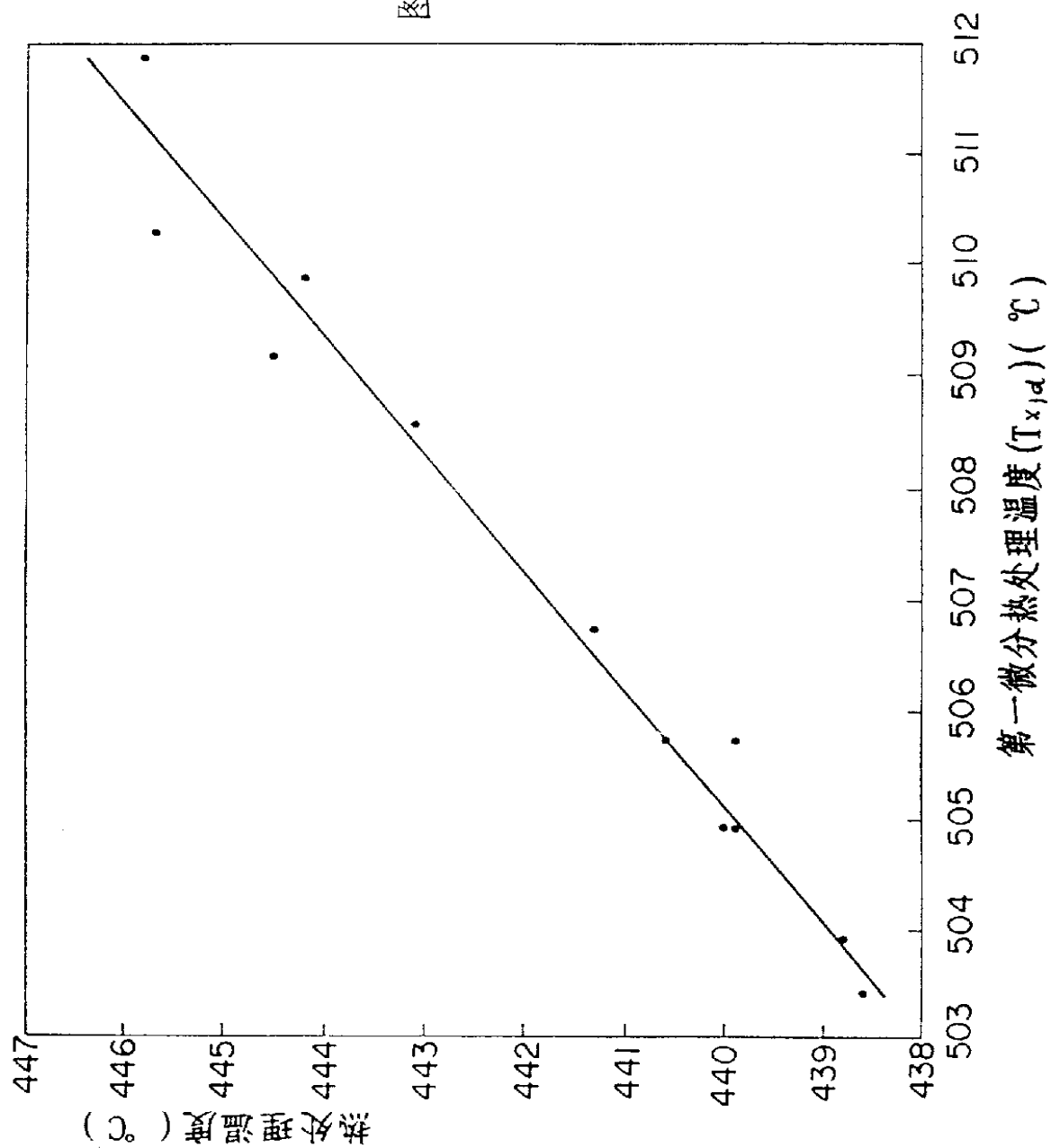


图 14

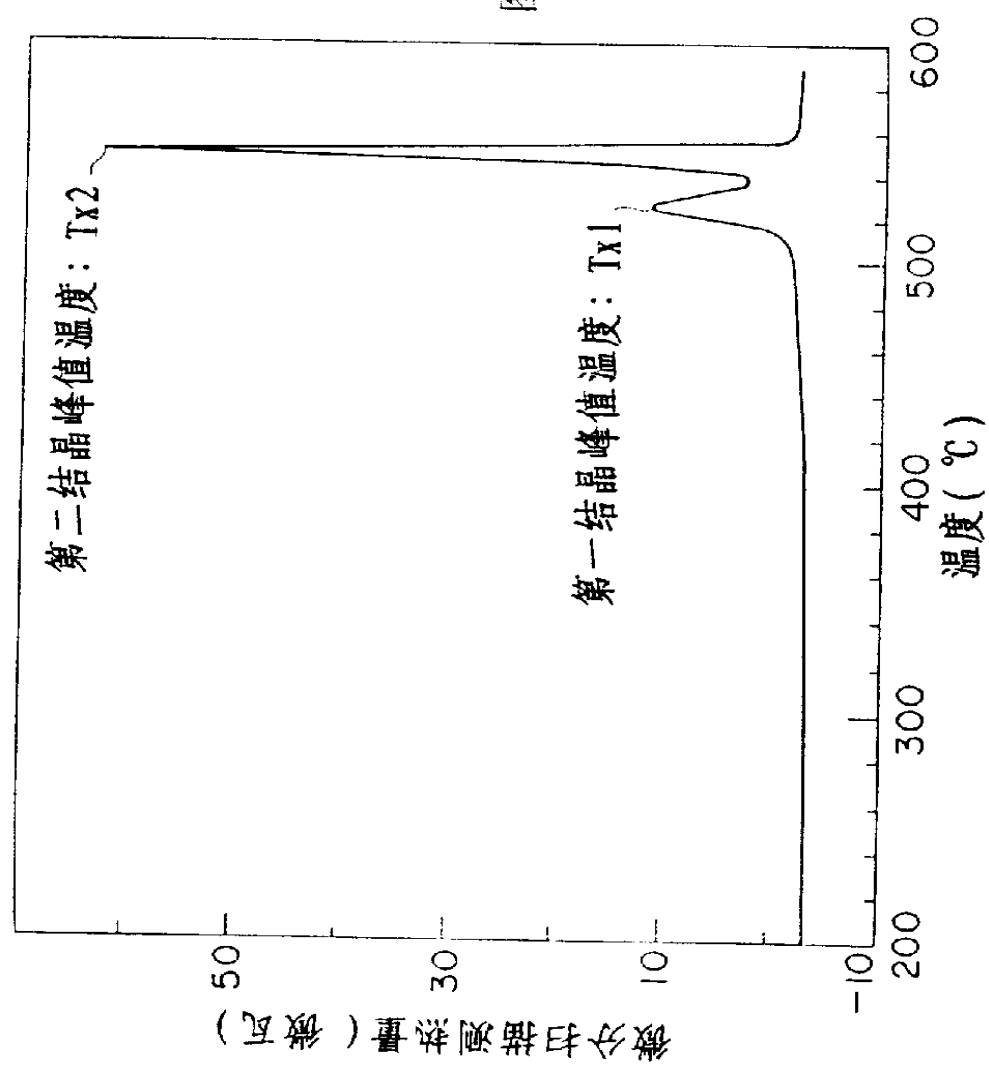


图 15

导磁率为250 时第一结晶峰值温度与热处理温度之间的关系

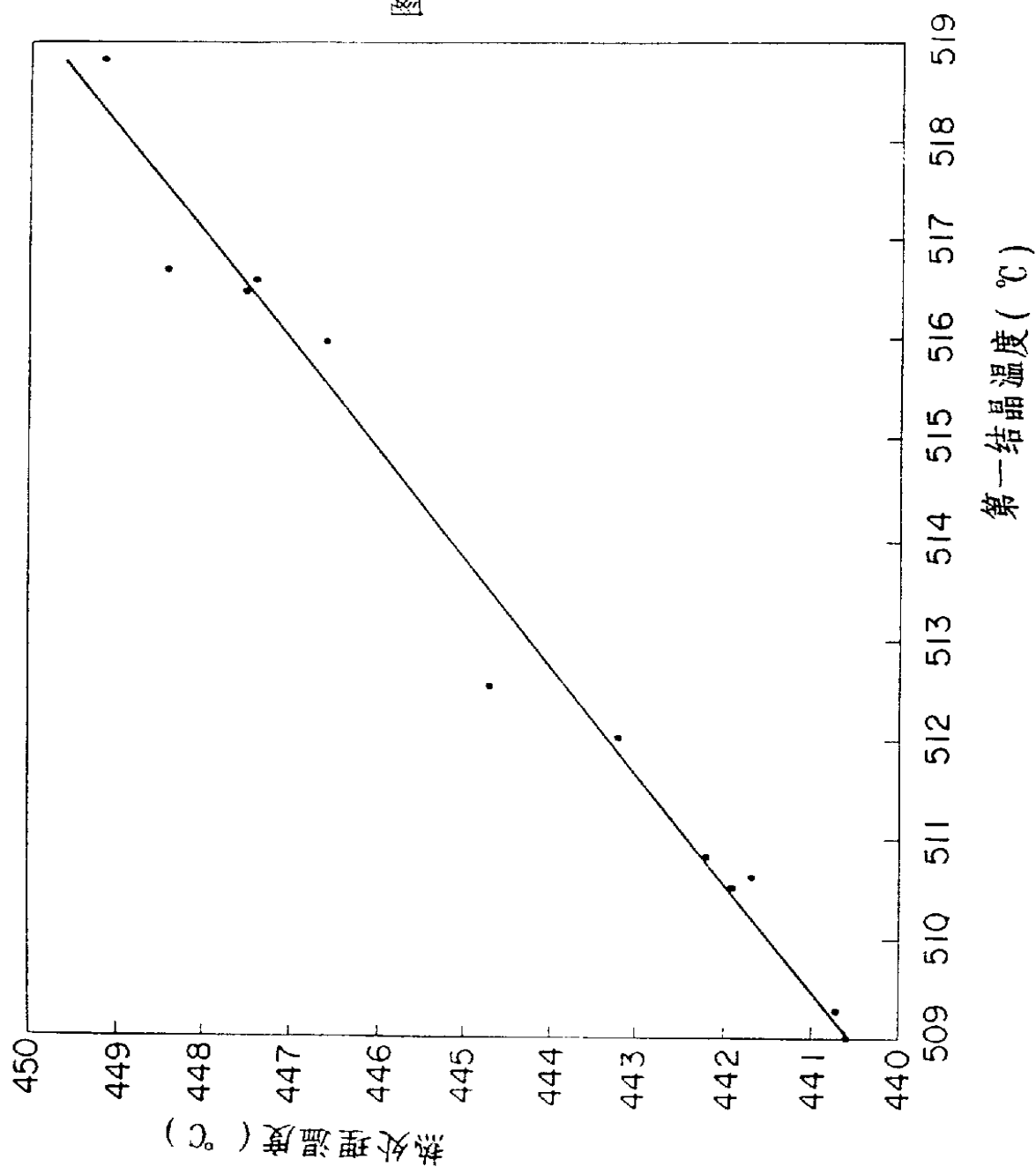


图 16

导磁率为300 时第一结晶峰值温度与热处理温度之间的关系

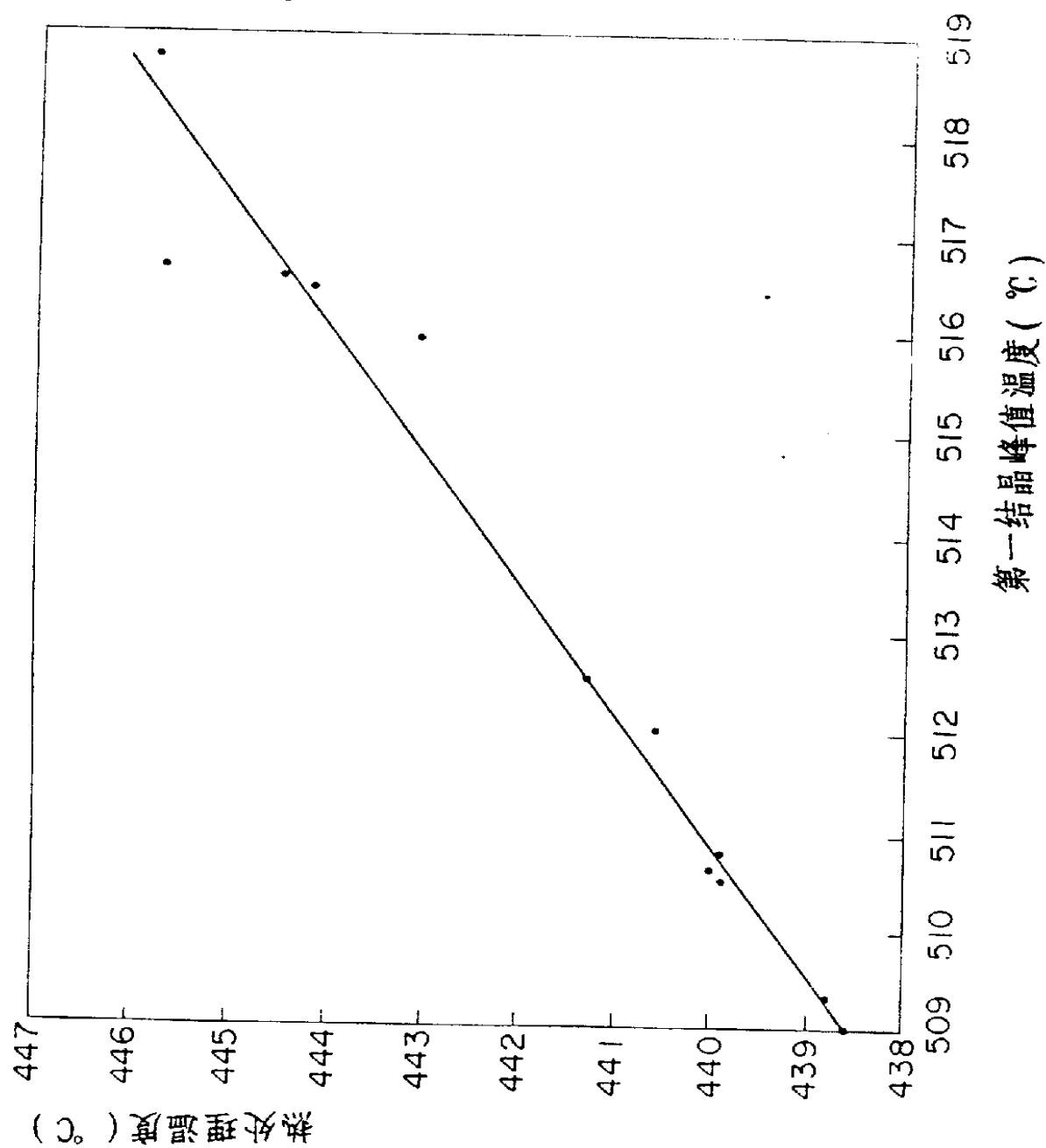


图 17