

适用于xDSL调制解调器之低THD变压器 低磁滞损耗铁氧体材质

DN70 material

Low-hysteresis loss ferrite material for Low-THD xDSL modem transformers, DN70 material

THD: Total Harmonic Distortion (总谐波失真)

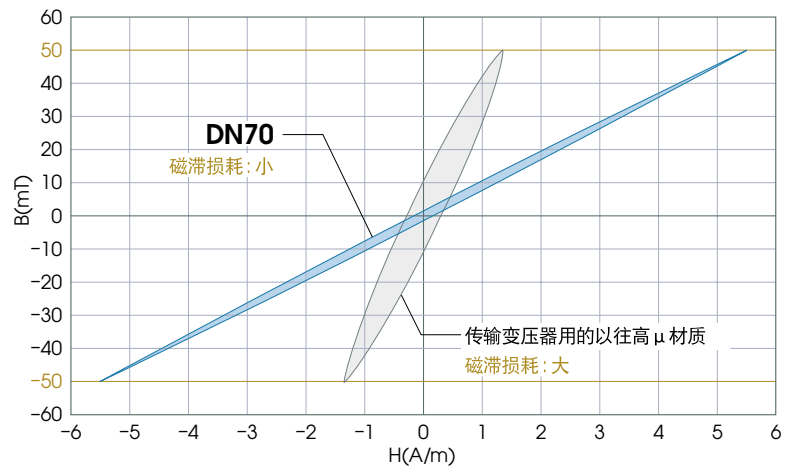
对应RoHS指令

对应RoHS指令: 表示根据EU Directive 2002/95/EC, 除已被免除的用途外, 未使用铅、镉、汞、六价铬, 以及特定溴素系列阻燃剂的聚溴联苯(PBB)和聚溴二苯醚(PBDE)。

此世界首创之磁滞曲线将改变xDSL传输变压器设计。

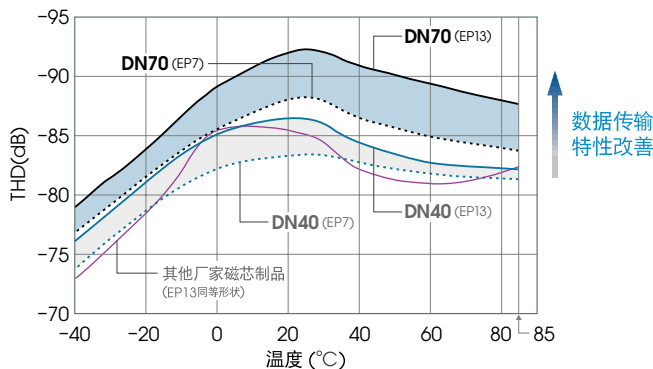
DN70材质较拥有业界最优水平低THD (总谐波失真) 物性之DN40材质达成更佳的低磁滞损耗; 以同等设计的变压器规格, 使THD更进一步减少约5dB。

在与使用DN40材质相同的THD及驱动条件下, 于高速传输变压器中使用DN70材质时, 圈数可减少约25%, 且磁芯容量可削减达40%以上。

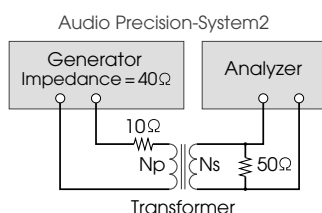




THD vs. 温度特性比较例

与以往材质(DN40)及其他厂家同等形状磁芯制品相比较



THD vs. 温度特性测定电路



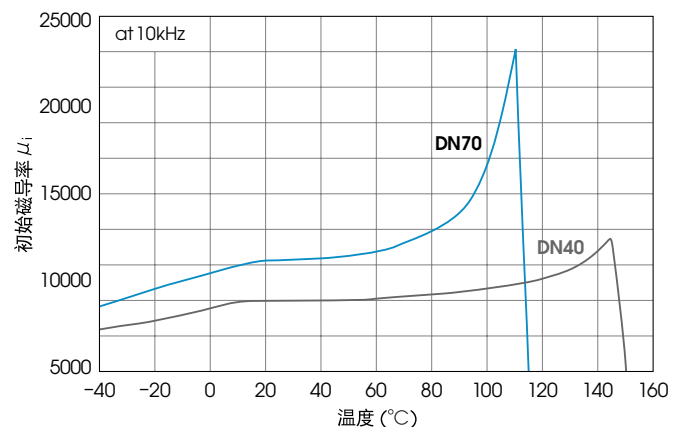
-  EP13 (L12.5×W9×T13 mm)
-  EP7 (L9.2×W6.5×T7.5 mm)

B: 45mT, f: 5kHz / Np=Ns=140Ts

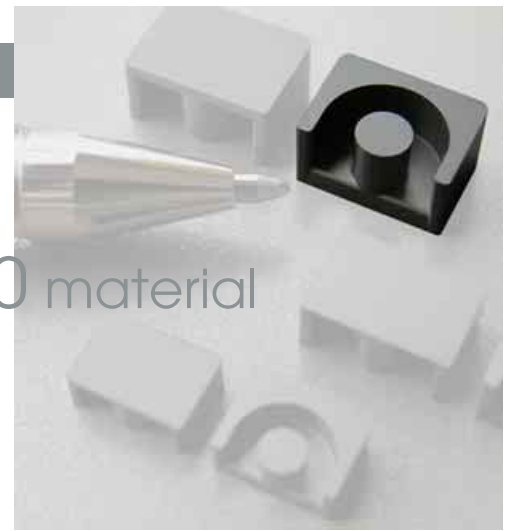
DN70, DN40材质磁芯使用接合面不经镜面处理的Non-lap品种

初始磁导率 vs. 温度特性

与以往材质(DN40)之相比较例



材质特性 / 磁芯形状标准一览



DN70 material

材质特性 (与以往材质比较例)

材质名	DN70	以往材质 DN40
初始磁导率*1 μ_i	7500±25%	4000±25%
损耗系数*2 $\tan\delta/\mu_i$	$<2.0 \times 10^{-6}$	$<2.5 \times 10^{-6}$
饱和磁通密度*3 B_s (mT)	390	405
磁滞系数*4 η^B	$<0.2 \times 10^{-6}/\text{mT}$	$<0.8 \times 10^{-6}/\text{mT}$
居里温度 T_c (°C)	105min.	138min.
体积电阻率*1 ρ_V ($\Omega \cdot \text{m}$)	0.3	1.0
体积密度 d_b (kg/m^3)	5.0×10^3	4.8×10^3

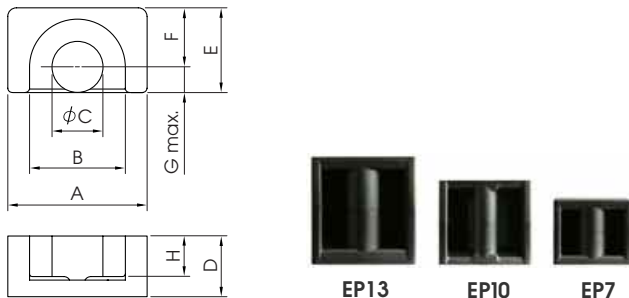
*1. at 25°C *2. at 25°C/10kHz *3. at 25°C/H=1000A/m

*4. at 25°C/1.5 to 3.0mT/10kHz

使用温度范围: -30 to +85°C

使用湿度范围: 0 to 90%RH (最大湿球温度:38°C/不结露)

磁芯形状·尺寸



单位: mm

类型	A	B	ϕC	D	E	F	G	H
EP7	9.2±0.2	7.4±0.2	3.4 ⁺⁰ _{-0.2}	3.75 ⁺⁰ _{-0.1}	6.5 ⁺⁰ _{-0.3}	4.6	1.8	2.5 ^{+0.2} ₋₀
EP10	11.5±0.3	9.4±0.2	3.45 ⁺⁰ _{-0.3}	5.2 ⁺⁰ _{-0.2}	7.85 ⁺⁰ _{-0.4}	5.83	1.95	3.6 ^{+0.2} ₋₀
EP13	12.5±0.3	10±0.3	4.5 ⁺⁰ _{-0.3}	6.5 ⁺⁰ _{-0.16}	9 ⁺⁰ _{-0.4}	6.43	2.5	4.5 ^{+0.2} ₋₀

A_L -value

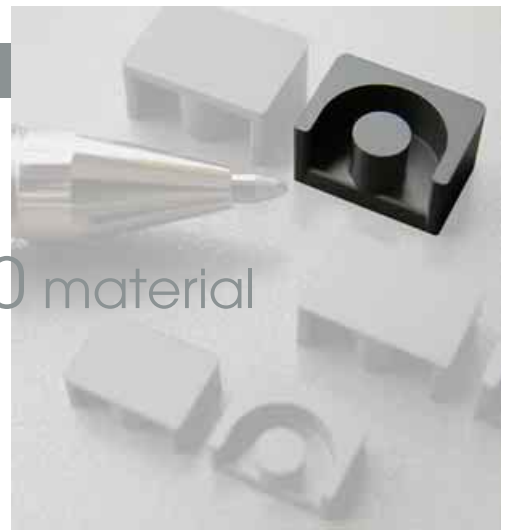
	40	63	100	160	250	—	—
EP7	40	63	100	160	250	—	—
EP10	40	63	100	160	250	—	—
EP13	—	—	100	160	250	400	500



INFORMATION

现在正制作中的IEC规格「CORES MADE OF MAGNETICALLY SOFT FERRITES - MEASURING METHODS/Part 2: Magnetic properties at low excitation」中, 追加了有关「Total harmonic distortion」之规格。THD是评价变压器及转换器等之传输·变换特性的概念, 以dB表示出高次谐波分量的有效值总和与基波的有效值之比率。由于THD数值随磁芯特性、圈数、频率、终端电阻等影响而变化, 在制定作为测量磁芯材质特性条件之标准THD系数(THDF)的同时, 目前正检讨在各厂家的商品目录中记述以此条件为基准之测定值*。

* Part 3: Guide on the format of data appearing in manufacturers' catalogues of transformer and inductor cores



DN70 material

xDSL调制解调器用传输变压器和一般的传输变压器相较下，用于较高的磁通密度(数10mT左右)。

下一代高速传输变压器的必须条件

对于可在数100k~数10Mbps传输的xDSL中，其变压器除了重视1、2次侧之间准确的隔离绝缘之外，亦重视高品质且高速传输信息之性能，尤其是抑制THD(总谐波失真)及将圈线电阻减少到线路阻抗一半以下将成为必须条件。

此外，伴随着宽带网络的普及，今后调制解调器于小型数码机器上之应用亦逐渐增加，因此传输变压器之进一步小型化、薄型化设计也越来越重要。

THD和铁氧体固有的磁化机构

传输变压器的THD除了磁芯特性外，还与圈数、频率、终端电阻等多种要素密切相关；而铁氧体磁芯在外加磁场引起的磁化过程中，即使外部磁场减至为零，磁芯之磁化并不会归零而留下磁滞的举动，成为THD的主要原因。

亦是说，外部磁场的变化(即一次侧线圈的电流变化)与铁氧体磁芯之磁化量的变化中，会产生铁氧体物性固有的“迟滞”。

故此，B(铁氧体磁芯感应之磁通密度) vs. H(外加磁场的强度=信号的电流值)特性不是贯穿原点0的直线，而是以原点0为中心展开之带幅度的曲线(磁滞回线)。

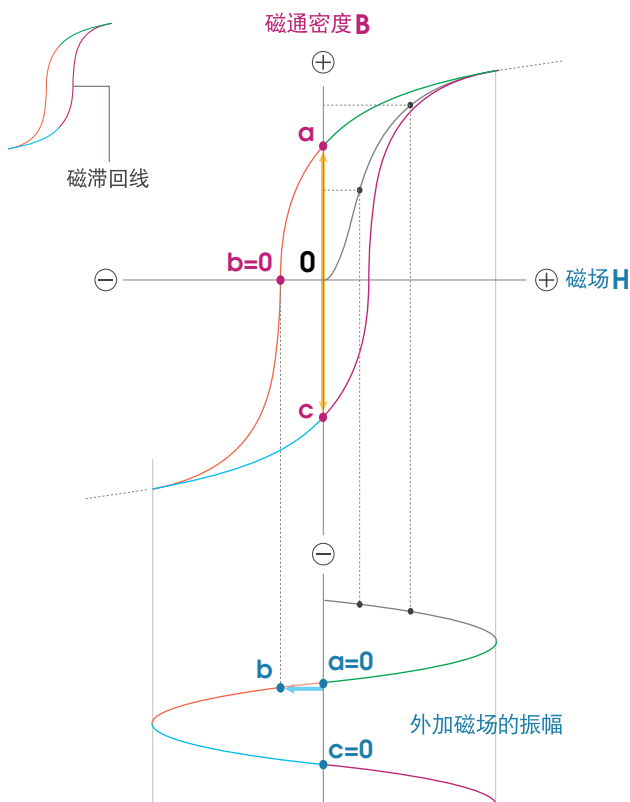
若能够把铁氧体的响应特性无限接近于一条直线，于1次侧线圈所外加之信号(电流)变化和铁氧体的磁化量变化可完全同步，因此波形可无太大变形传输给2次侧线圈(但仍会受到其他损耗因素的影响)。

然而，实际上要把磁滞回线的面积(磁滞损耗)减少至零，于铁氧体的物性原理上是不可能的。在实际的传输变压器中，THD与磁滞损耗成比例地发生，要如何把这回线调整为趋向细长的形状，将是开发高速传输变压器用之铁氧体材质的最重要且最困难的课题。

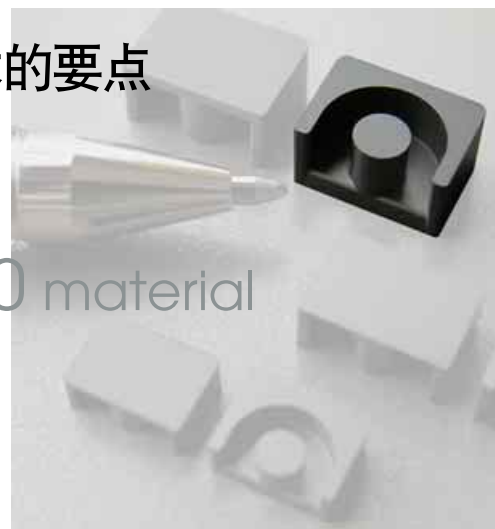
特别是xDSL用传输变压器，如上所述，因作为传输变压器被应用于较高的磁通密度领域，故铁氧体物性控制的要点集中于把磁通密度于数10mT领域所产生的磁滞损耗(磁滞回线的鼓起)向下抑制之手法的开发。

然而，因其控制要素牵涉范围甚广且密切相关，故DN70材质开发案藉由彻底重新检讨材质基本组成等方式，达成突破以往材质改良水平之研究。

此难题藉由纳米水平之晶体精细结构控制予以克服。TDK藉由导入上游原材料严格挑选管理、煅烧前处理工序中之晶粒度调整、mol比率混合控制、高分散化处理、及煅烧过程中独自的高精度温度曲线控制等要素，构筑领导世界的铁氧体物性研究及新组成之研发体制，并于量产过程中拥有独自的控制knowhow及先进的生产设备。此次亦是对应高涨的小型化需求，以制造出铁氧体精细构造为目标，进一步超越以往用于低THD变压器中具高度评价之材质特性。故此，于量产阶段确立了把结构敏感的磁滞损耗大幅减少的技术。



DN70的精细构造——低磁滞损耗化技术的要点



成为磁导率低下因素的
晶体磁性各向异性常数 K_1 的最小化

藉由显示正、负的晶体磁性各向异性常数 K_1 之金属离子的mol混合比之最佳化组成控制技术，于宽广温度范围内实现了 K_1 的极小值。

晶体粒内空孔，不纯物的减少

上游原料的彻底纯度管理。由于把产生的空孔和微量添加物(晶粒边界成分)确实诱导到晶界层，故可高精度地控制煅烧过程中的温度曲线。

晶界结构的最佳化带来晶界应力的减低和
晶体密度的提高

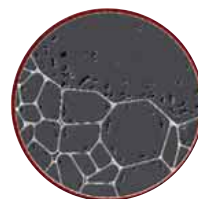
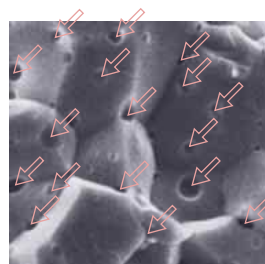
藉由添加物及添加量的最佳化与煅烧温度曲线的严格控管，在将晶体粒内分散的添加物和残余氧气(空孔)准确且均一地诱导到晶界层的同时，把诱导出来的残余氧气排出到外部，形成不会夹杂降低晶体密度的巨大空孔之薄且均一的低应力晶界层

晶体粒的组成均质化和晶体粒径的均一化

藉由原材料的均一分散性控制晶体粒间的组成不均匀。藉由煅烧过程的温度曲线的最佳化，避免晶体粒径的不均一性，并培养晶体粒直到达到目标特性的尺寸为止。

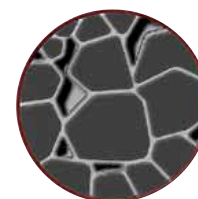
DN70 material

控制不良晶体结构模式A



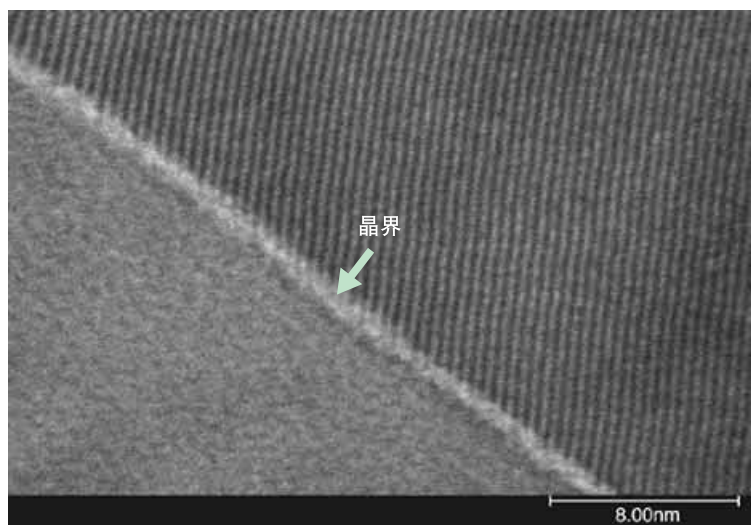
粒径发生明显不均，晶体粒内遍布了许多空孔。若煅烧时升温速度太快会突显此不良现象。

控制不良晶体结构模式B

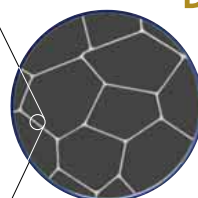


如果升温速度太慢也会呈现此种缺陷结构。晶界层上残留下大量的巨大空孔(残余氧气)，导致晶体密度与 μ 值大幅下降。

DN70材质的晶体粒扫描型透射电子显微镜(STEM)图像



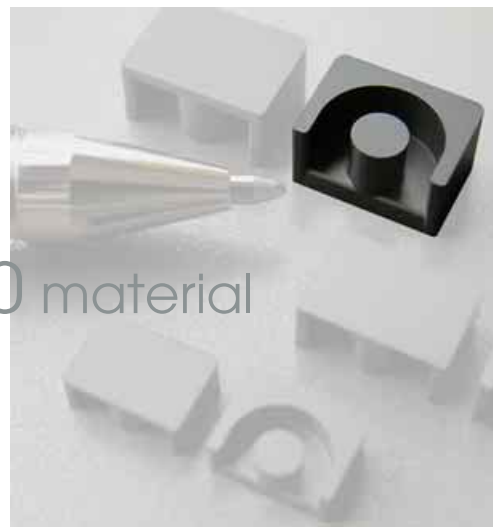
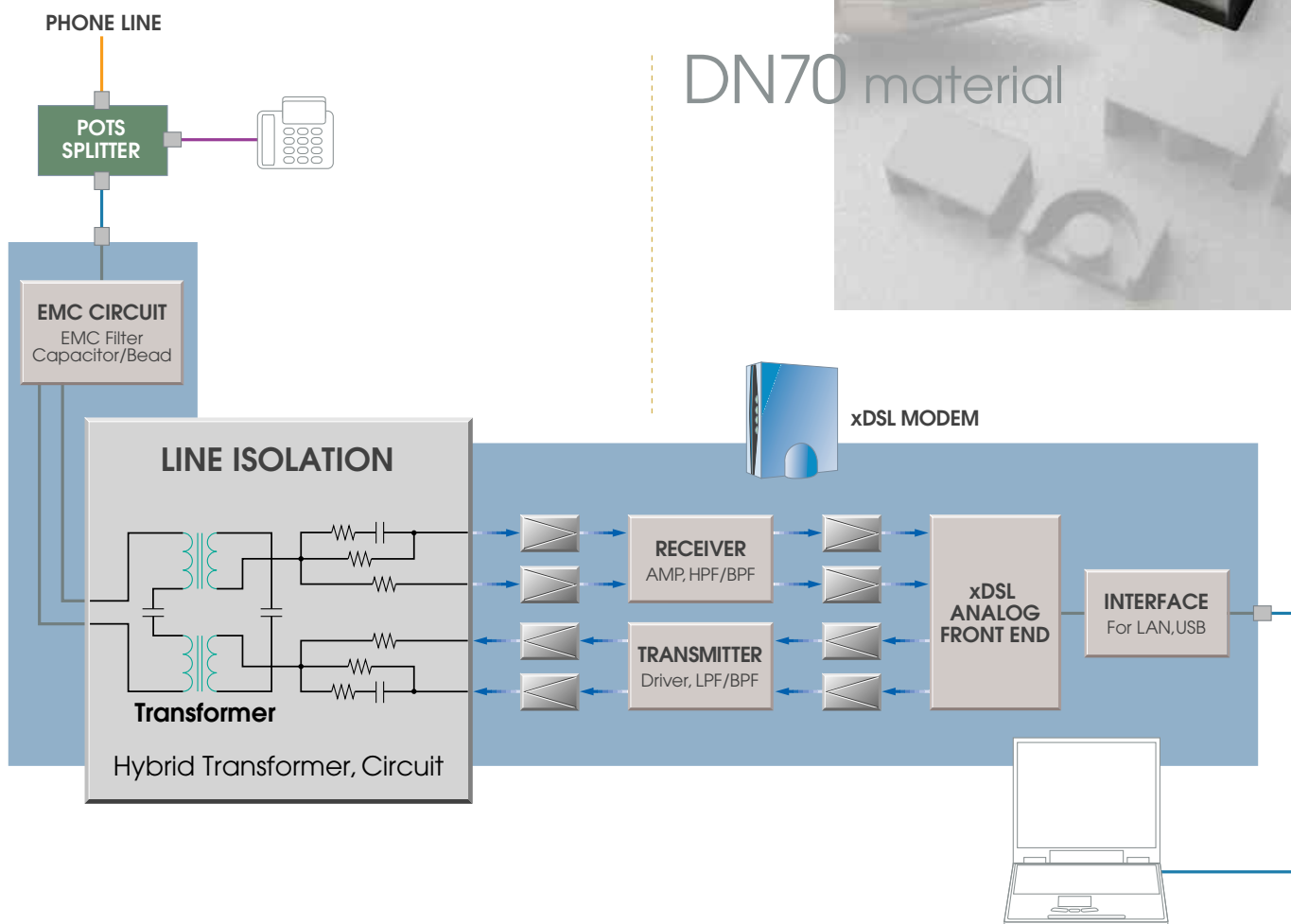
DN70材质晶体的结构模式



空孔几乎完全被排除，晶体粒径也一致。而且完成之晶界层既薄且均一，亦无巨大空孔。

应用例

xDSL调制解调器用传输变压器



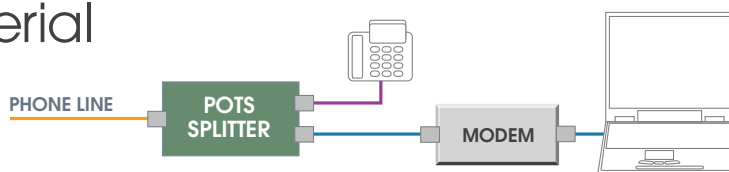
DN70 material

相关产品信息



具备EP7型等各种形状。

POTS分解器/低通滤波器用
高饱和磁通密度材质
PC33 material



材质特性

材质名	PC33
初始磁导率*1 μ_i	1400 \pm 25%
振幅磁导率*2 μ_a	3500 typ. (at 25°C) 4500 typ. (at 100°C)
磁芯损耗*2 P_{cv} (kW/m ³)	1350 max. / 1100 typ. (at 25°C) 750 max. / 600 typ. (at 100°C)
饱和磁通密度*3 B_s (mT)	425 min. / 440 typ.
居里温度 T_c (°C)	290 min.
体积电阻率*1 ρ_v ($\Omega \cdot m$)	2.5 typ.
体积密度 δ_b (kg/m ³)	4.8×10^3 typ.

*1. at 25°C *2. 100kHz/200mT *3. at 100°C

饱和磁通密度 vs. 温度特性

