

一、纳米晶带材简介

纳米晶软磁合金是指非晶合金经过适当的晶化退火处理后，获得了一种具有超细尺寸晶粒（~10nm）的软磁合金材料。此类新型金属功能材料的显著特点是：生产制造流程短，一步成型，节约能耗；并且通过调整合金成分，可以使其磁致伸缩趋近于零，具备了更为优异的软磁特性。其突出优点在于兼备了铁基非晶合金的高饱和磁感应强度（Bs）和钴基非晶合金的高磁导率和低损耗，能够很好地满足高频低损耗的性能要求，并且成本低廉。由于纳米晶合金可以替代钴基非晶合金、晶态坡莫合金和铁氧体，符合高频电力电子和电子信息领域中元器件不断向小型、轻量、高效方向发展的趋势。



安泰科技股份有限公司拥有日立金属纳米晶金属材料专利许可，于 2006 年获得 ISO9001 质量体系认证，2014 年通过 TS16949 汽车产品体系认证，现年产高精度纳米晶带材 3000 吨以上。公司已经开发、掌握了多项纳米晶超薄带的生产工艺技术、装备设计制造技术、自动化控制技术和性能检测技术，可辊剪纳米晶薄带产品性能达到国际先进水平，主要用于制作高精度电感、高频开关电源用磁芯、高频变压器和高端磁放大器等产品；相关铁芯器件主要应用于数字电子产品、智能电网中的智能电表、光伏发电并网逆变器及新能源汽车充电、驱动系统等，以满足电力电子技术向高频、大电流、小型化、节能等发展趋势的要求。

安泰科技股份有限公司拥有日立金属纳米晶金属材料专利许可，于 2006 年获得 ISO9001 质量体系认证，2014 年通过 TS16949 汽车产品体系认证，现年产高精度纳米晶带材 3000 吨以上。公司已经开发、掌握了多项纳米晶超薄带的生产工艺技术、装备设计制造技术、自动化控制技术和性能检测技术，可辊剪纳米晶薄带产品性能达到国际先进水平，主要用于制作高精度电感、高频开关电源用磁芯、高频变压器和高端磁放大器等产品；相关铁芯器件主要应用于数字电子产品、智能电网中的智能电表、光伏发电并网逆变器及新能源汽车充电、驱动系统等，以满足电力电子技术向高频、大电流、小型化、节能等发展趋势的要求。

材料特性

1) 高饱和磁感、高磁导率

铁基纳米晶软磁合金可同时具有高饱和磁感应强度(1.24T)和高的磁导率(>80000)；

2) 低损耗

相当于 Fe 基非晶 1/5 的铁损，100KHz300mT 下损耗低至 70W/Kg；

3) 低矫顽力

静态下矫顽力低至 1.0A/m 以下；

4) 低磁伸

接近于零的饱和磁致伸缩系数，因而有极低的工作噪音；

5) 高温度稳定性

在-50℃~150℃温度区间内材料性能的变化率<10%

6) 优良的频率特性

在很宽的频率范围内具有出色的磁导率特性及低的损耗；

7) 磁特性的高度可调节性

可通过施加不同强度的横磁、纵磁或不加磁场的普通热处理获得不同类型的磁性能，如低剩磁型、高矩形比型、高磁导率型等。

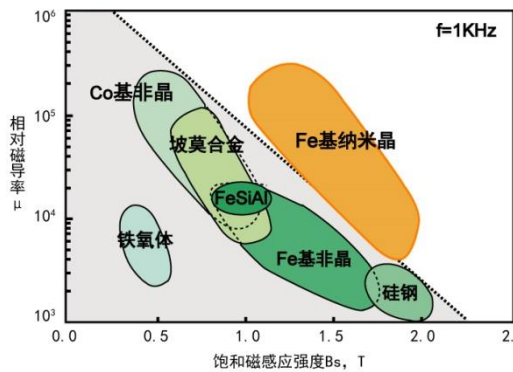


Figure 1 1kHz 下各种软磁材料的饱和磁感应强度-有效磁导率曲线

物理性能:

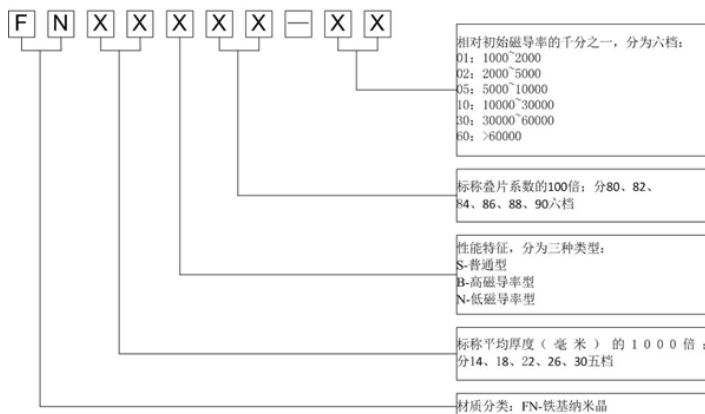
材料牌号	居里温度	晶化温度	密度	电阻率	饱和磁感应强度	饱和磁致伸缩系数
	T_c	T_x		ρ		
	°C 近似		近似	$\mu\Omega\cdot m$ 近似	T 近似	近似
1K107B	~570	~520	7.20	1.2	1.25	$<1 \times 10^{-6}$

应用

可取代硅钢、坡莫合金及铁氧体，作为各种形式的高频（20kHz—10MHz）开关电源中的大中小功率的主变压器、控制变压器、滤波电感、储能电感、电抗器、磁放大器、饱和电抗器铁芯、EMC 滤波器共模电感和差模电感铁芯、ISDN 微型隔离变压器铁芯；同时广泛应用于各种类型不同精度的互感器铁芯。

二、AntaiNano®纳米晶带材料

安泰科技纳米晶带命名规则

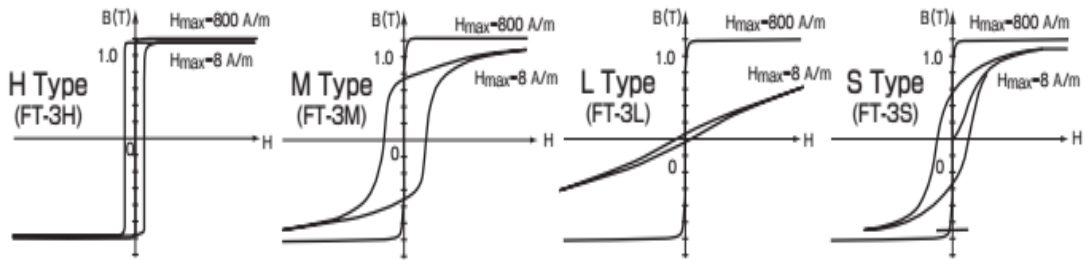


例如：FN26S84-60 表示带材的标称厚度为 0.026 毫米、材质为普通型、标称叠片系数为 0.84、标称相对初始磁导率大于 60000。

Antainano®核心的磁特性，“B-H 曲线”可以通过施加磁场在控制。

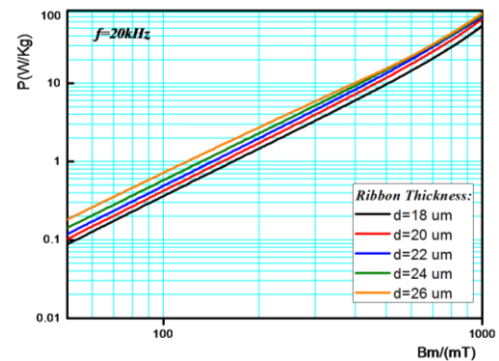
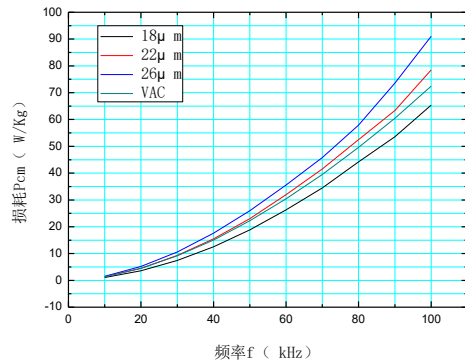
B-H 曲线有四种类型。

- 1) H 型：在退火过程中施加横磁磁场。
- 2) M 型：在退火过程中没有磁场。
- 3) L 型：磁场施加垂直平面在退火过程中的核心。
- 4) S 型：对退火工艺 H、M 和 L 型磁场的研究结果基础上的改进，结果最高。

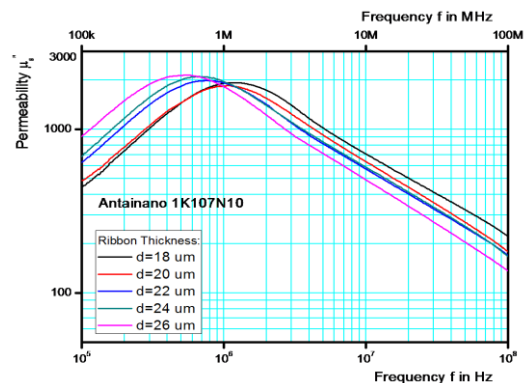
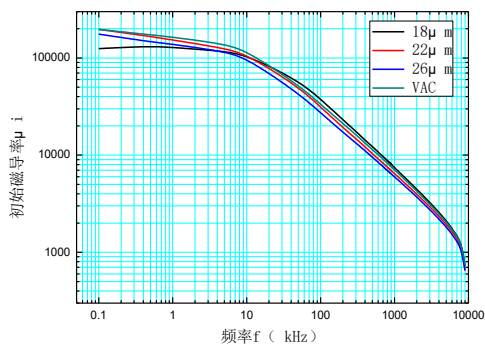


高导磁纳米晶材料

(1) 不同厚度纳米晶合金带材损耗频率特性
带材越薄，损耗越低。

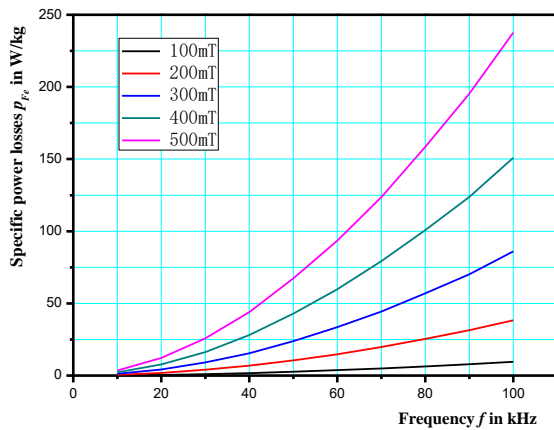


(2) 不同厚度纳米晶合金带材损耗频率特性



(3) 动态损耗特性(20±2μm)

$P_{20k}/0.5T < 15W/kg$; $P_{100k}/0.3T < 80W/kg$



低导磁纳米晶材料，磁导率：1,500~30,000

材料成分：

- $Fe_{73}Ni_1Cu_1Nb_3Si_{15}B_7$ ----1# : 1k107N1
- $Fe_{71}Ni_3Cu_1Nb_3Si_{15}B_7$ ----2# : 1k107N3
- $Fe_{71}Ni_5Cu_1Nb_3Si_{11}B_9$ ----3# : 1k107N5
- $Fe_{69}Ni_7Cu_1Nb_3Si_{11}B_9$ ----4# : 1k107N7
- $Fe_{64}Ni_{10}Cu_1Nb_3Si_{11}B_9$ ----5# : 1k107N10
- $Fe_{59}Ni_{15}Cu_1Nb_3Si_{11}B_9$ ----6# : 1k107N15

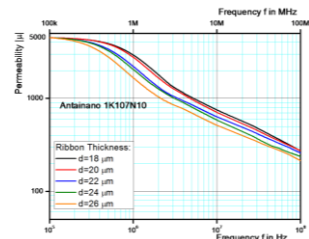
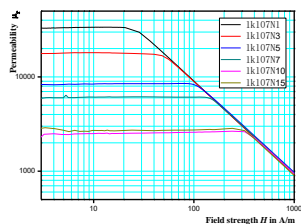
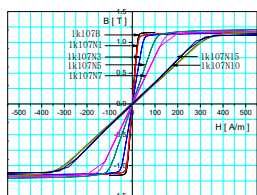
(1) 静态磁性能：(size: 20*30*10)

B_s :1.129~1.219T, B_r : 12.10~259.2mT, H_c :0.578~3.315A/m

合金	B_s (mT)	B_r (mT)	H_c (A/m)	μ_i (k)	μ_m (k)
1#	1164	259.2	0.5789	29.46	33.74
2#	1160	196.5	0.7169	18.5	29.63
3#	1219	143.7	1.273	8.715	9.208
4#	1192	127.6	1.514	6.083	6.396
5#	1181	20.52	3.065	2.403	9.057
6#	1129	12.10	3.315	1.269	6.54

(2) 磁滞回线和偏磁特性：

相对磁导率： $\mu=1,500\sim30,000$ 可调，抗饱和磁场： $H_m=30\sim350A/m$



产品目录

带材类别	产品系列 代码	带材宽度	带材厚度
		(mm)	(μm)
纳米晶一代, 喷 制带材	RN0101MC-	5~40	28~34
纳米晶二代, 喷 制带材	RN0202MC-	30	26 \pm 2
		35	26 \pm 2
		43	26 \pm 2
		50	26 \pm 2
纳米晶二代, 剪 切带材	RN0202MG-	3	26 \pm 2
		3.2	26 \pm 2
		4.5	26 \pm 2
		5	26 \pm 2
		6.5	26 \pm 2
		8	26 \pm 2
		10	26 \pm 2
		12	26 \pm 2
15	26 \pm 2		

		20	26±2
纳米晶二代，剪切带材	RN0235LC-	30	26±2
		40	26±2
		50	26±2
纳米晶三代，喷制带材		30	22±2
		40	22±2
		50	22±2
		80	22±2
纳米晶三代，剪切带材		3	22±2
		3.2	22±2
		4.5	22±2
		5	22±2
		6.5	22±2
		8	22±2
		10	22±2
		12	22±2
		15	22±2
		20	22±2
纳米晶四代，喷制带材		30	18±2
		40	18±2
		50	18±2

		80	18±2
纳米晶四代，剪切带材		3	18±2
		3.2	18±2
		4.5	18±2
		5	18±2
		6.5	18±2
		8	18±2
		10	18±2
		12	18±2
		15	18±2
		20	18±2