

# 开关电源用铁氧体 概要

本公司自以铁氧体的发明为契机而于1935年创业以来，以积极开发引领世界的真正独创的先进电子技术为第一使命，不断推进了众多的技术开发和产品开发。

尤其是由积累的技能 and 超群的微细结构控制技术生产而来的高性能铁氧体元件作为正在为现代社会不断带来巨大飞跃和变化的先进电子机器的轻量小型化，高性能化中发挥作用的重要元件，近年来其重要性变得越来越大。

本公司积极追求铁氧体元件中所蕴含的各种潜力，开发了具有真正引领世界的高可靠性的高频对应型电源铁氧体PC33, PC40, PC44, PC45, PC46, PC47, PC50材质。

由此对可说是微电子机器心脏的高性能开关电源及直流-直流转换器的更加小型化和高性能化作出着巨大的贡献。并且，还开发了饱和磁通密度与PC44材质相同，可在广温度范围下实现低损耗特性的PC95材质，有望提高电动汽车直流-直流转换器等电源的效率。

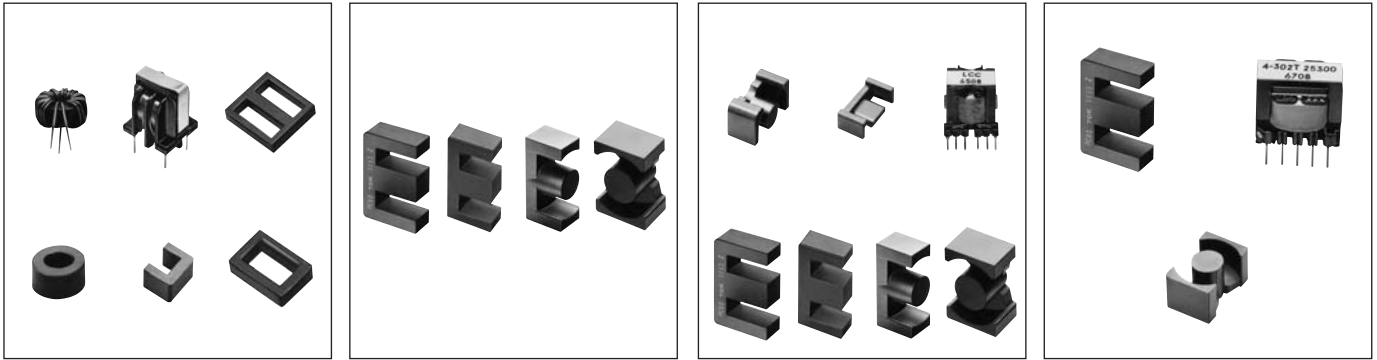
此外，作为EMC对策用铁氧体，本公司正在推进在高频带下高磁导率接近理论值的铁氧体。

HS52, HS72及HS10材质具有EMI滤波器，共模扼流圈等EMC对策用磁性材料所要求的优异的高磁导率的频率特性，是可在高频下获得比传统材料更高电感的铁氧体。

还有，在进行材料开发的同时，我们还进一步积极推进追求开关电源及直流-直流转换器的小型化和高性能化，可细致应对各种用途目的的磁心材料最佳形状设计和产品化，以及线轴，金属件等关联产品的一条龙生产。

# 电路例

## 顺向型转换器方式

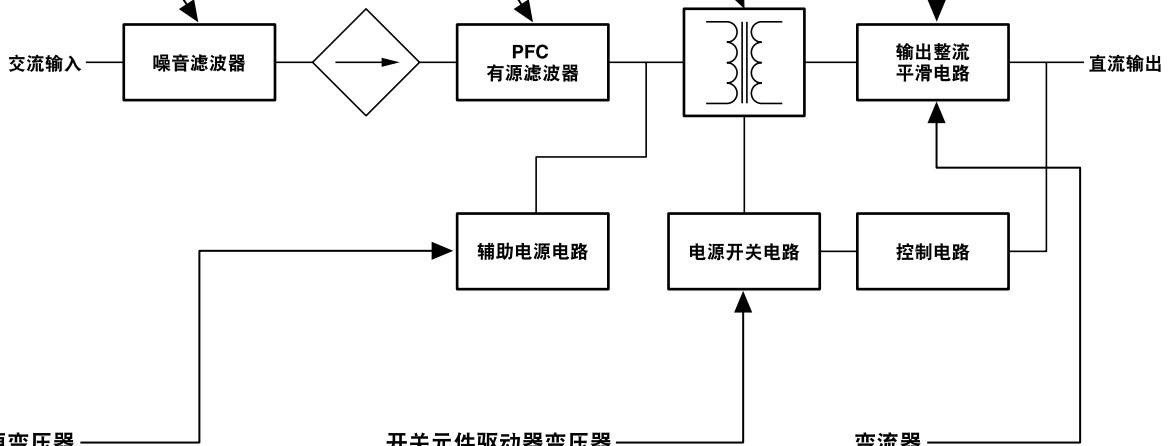


共模扼流圈用 EMI/RFI滤波器

有源滤波器扼流圈

主变压器

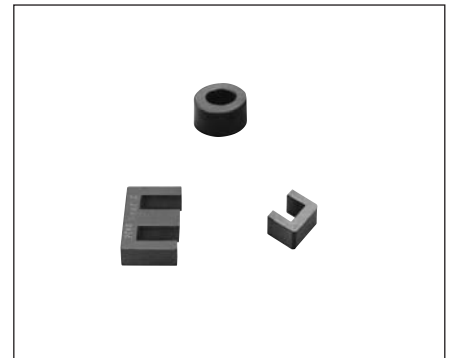
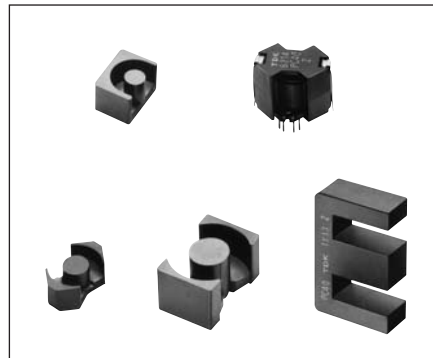
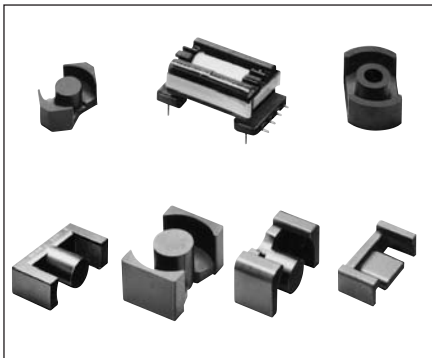
平滑扼流圈



辅助电源变压器

开关元件驱动器变压器

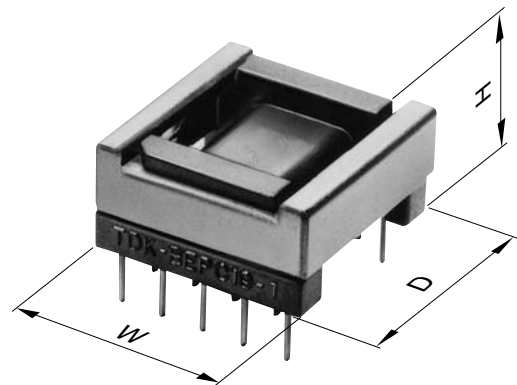
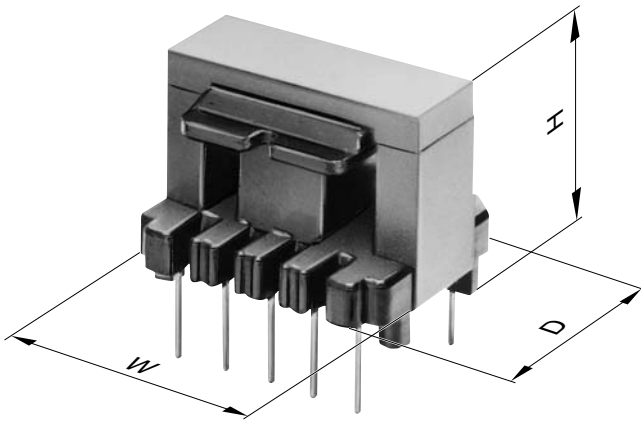
变流器



注: • LP, EPC磁心最适用于薄型变压器。

## 常数说明

$C_1 = \sum \frac{l}{A}$	磁心常数 $\text{mm}^{-1}$
<b>Ae</b>	磁心实效截面面积 $\text{mm}^2$
$l_e$	磁心实效磁路长度 $\text{mm}$
<b>Ve</b>	磁心实效体积 $\text{mm}^3$
<b>Acp</b>	磁心中脚截面面积 $\text{mm}^2$
<b>Acp min.</b>	磁心最小中脚截面面积 $\text{mm}^2$
<b>Acw</b>	磁心总卷线截面面积 $\text{mm}^2$
<b>Aw</b>	线轴卷线截面面积 $\text{mm}^2$
$l_w$	线轴平均卷线长度 $\text{mm}$
<b>t</b>	线轴的最小厚度 (包括法兰) $\text{mm}$
<b>W</b>	变压器组装尺寸
<b>D</b>	变压器组装尺寸
<b>H</b>	变压器组装尺寸



## 材质特性

### 材质标准特性表 变压器，扼流圈用

材质				PC40	PC44	PC47	PC50
初始磁导率	$\mu$			2300±25%	2400±25%	2500±25%	1400±25%
振幅磁导率	$\mu_a$			3000 min.	3000 min.		
单位体积磁心损耗 (磁心损耗)* [B=200mT]	Pcv	kW/m <sup>3</sup>	25kHz 正弦波	25°C			
				60°C	120		
				100°C	80		
				120°C	70		
				25°C	600	600	600
				60°C	450	400	400
				100°C	410	300	250
				120°C	500	380	360
饱和磁通密度* [H=1194A/m]	Bs	mT	25°C	510	510	530	470
			60°C	450	450	480	440
			100°C	390	390	420	380
			120°C	350	350	390	350
剩余磁通密度*	Br	mT	25°C	95	110	180	140
			60°C	65	70	100	110
			100°C	55	60	60	98
			120°C	50	55	60	100
矫磁力*	Hc	A/m	25°C	14.3	13	13	36.5
			60°C	10.3	9	9	31.0
			100°C	8.8	6.5	6	27.2
			120°C	8	6	7	26.0
居里温度	Tc	°C		>215	>215	>230	>240
表观密度*	db	kg/m <sup>3</sup>		4.8×10 <sup>3</sup>	4.8×10 <sup>3</sup>	4.9×10 <sup>3</sup>	4.8×10 <sup>3</sup>
体积电阻率*	$\rho_v$	$\Omega \cdot m$		6.5	6.5	4.0	30

材质				PC33	PC90	PC95	
初始磁导率	$\mu$			1400±25%	2200±25%	3300±25%	
振幅磁导率	$\mu_a$						
单位体积磁心损耗 (磁心损耗)* [B=200mT]	Pcv	kW/m <sup>3</sup>	100kHz 正弦波	25°C	1100	680	350
				60°C	800	470	
				100°C	600	320	290
				120°C	680	460	350
饱和磁通密度* [H=1194A/m]	Bs	mT	25°C	510	540	530	
			60°C	490	500	480	
			100°C	440	450	410	
			120°C	420	420	380	
剩余磁通密度*	Br	mT	25°C	220	170	85	
			60°C	150	95	70	
			100°C	100	60	60	
			120°C	100	65	55	
矫磁力*	Hc	A/m	25°C	23	13	9.5	
			60°C	17	9	7.5	
			100°C	14	6.5	6.5	
			120°C	14	7	6.0	
居里温度	Tc	°C		>290	>250	>215	
表观密度*	db	kg/m <sup>3</sup>		4.8×10 <sup>3</sup>	4.9×10 <sup>3</sup>	4.9×10 <sup>3</sup>	
体积电阻率*	$\rho_v$	$\Omega \cdot m$		2.5	4.0	6.0	

\* 平均值

\*\* 500kHz, 50mT

### 共模扼流圈用

材质				HS52	HS72	HS10	
初始磁导率	$\mu$				5500±25%	7500±25% (2000min. at 500kHz)	10000±25%
相对损耗系数	$\tan\delta/\mu$	$\times 10^{-6}$				10(100kHz)	30(100kHz)
饱和磁通密度* [H=1194A/m]	Bs	mT	25°C	410	410	380	
剩余磁通密度*	Br	mT	25°C	70	80	120	
矫磁力*	Hc	A/m	25°C	6	6	5	
居里温度	Tc	°C		>130	>130	>120	
表观密度*	db	kg/m <sup>3</sup>		4.9×10 <sup>3</sup>	4.9×10 <sup>3</sup>	4.9×10 <sup>3</sup>	
体积电阻率*	$\rho v$	$\Omega \cdot m$		1	0.2	0.2	

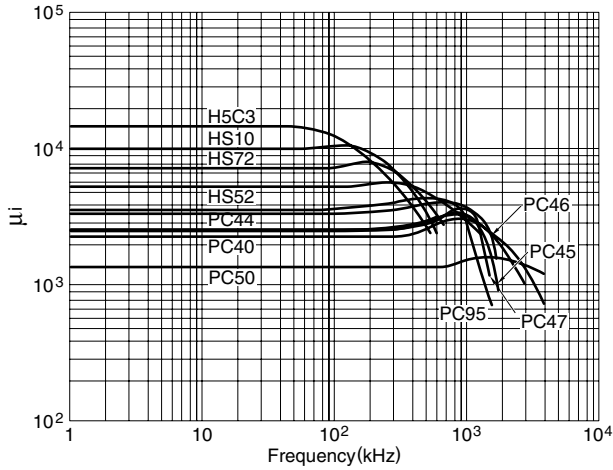
### 通信机器用

材质				H5A	H5B2	H5C2	H5C3	H5C4		
初始磁导率	$\mu$				3300 <sup>+40%</sup> <sub>-0%</sub>	7500±25%	10000±30%	15000±30%	12000±30% ≥ 9000(-20°C)	
相对损耗系数	$\tan\delta/\mu$	$\times 10^{-6}$				<2.5(10kHz) <10(100kHz)	<6.5(10kHz)	<7.0(10kHz)	<7.0(10kHz)	<8(10kHz)
初始磁导率的相对温度系数	$\alpha_{\mu r}$	$\times 10^{-6}$	-30 to +20°C 0 to 20°C 20 to 70°C	-0.5 to 2.0	0 to 1.8	-0.5 to 1.5	-0.5 to 1.5	-0.5 to 1.5	-0.5 to 1.5	
饱和磁通密度* [H=1194A/m]	Bs	mT	25°C	410	420	400	360	380		
剩余磁通密度*	Br	mT	25°C	100	40	90	105	100		
矫磁力*	Hc	A/m	25°C	8.0	5.6	7.2	4.4	4.4		
居里温度	Tc	°C		>130	>130	>120	>105	>110		
材料磁滞常数	$\tau_B$	$\frac{10^{-6}}{mT}$		<0.8	<1.0	<1.4	<0.5	<2.8		
相对磁导率减落系数	D <sub>F</sub>	$\times 10^{-6}$		<3	<3	<2	<2	<3		
表观密度*	db	kg/m <sup>3</sup>		4.8×10 <sup>3</sup>	4.9×10 <sup>3</sup>	4.9×10 <sup>3</sup>	4.95×10 <sup>3</sup>	4.95×10 <sup>3</sup>		
体积电阻率*	$\rho v$	$\Omega \cdot m$		1	0.1	0.15	0.15	0.15		

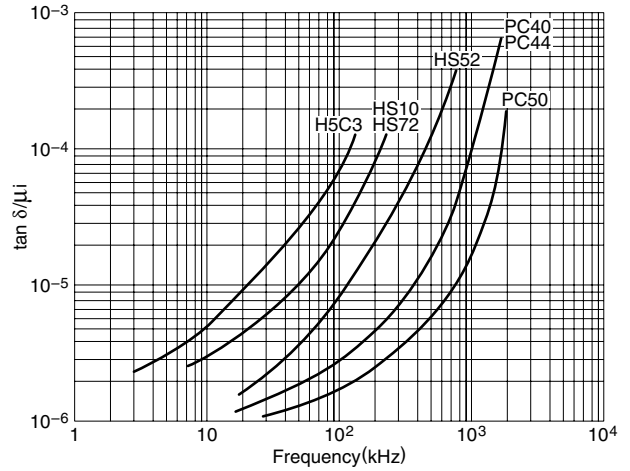
材质				H5C5	HP5	DNW45	DN40	DN70	
初始磁导率	$\mu$				30000±30%	5000±20%	4200±25%	4000±25%	7500±25%
相对损耗系数	$\tan\delta/\mu$	$\times 10^{-6}$	25°C, 10kHz	<15	<3.5	<3.5	<2.5	<2.0	
初始磁导率的相对温度系数	$\alpha_{\mu r}$	$\times 10^{-6}$	-30 to +20°C 0 to 20°C 20 to 70°C	-0.5 to 1.5	±12.5% ±12.5%		-0.5 to 2.0	-0.5 to 1.5	
饱和磁通密度* [H=1194A/m]	Bs	mT	25°C	380	400	450	405	390	
剩余磁通密度*	Br	mT	25°C	120	65	50	95	45	
矫磁力*	Hc	A/m	25°C	4.2	7.2	6.5	8.0	3.5	
居里温度	Tc	°C		>110	>140	>150	>130	>105	
材料磁滞常数	$\tau_B$	$\frac{10^{-6}}{mT}$		<1.5	<0.4	<0.8	<0.8	<0.2	
相对磁导率减落系数	D <sub>F</sub>	$\times 10^{-6}$		<2	<3	<3	<3	<2.5	
表观密度*	db	kg/m <sup>3</sup>		4.95×10 <sup>3</sup>	4.8×10 <sup>3</sup>	4.85×10 <sup>3</sup>	4.8×10 <sup>3</sup>	5.0×10 <sup>3</sup>	
体积电阻率*	$\rho v$	$\Omega \cdot m$		0.15	0.15	0.65	1.0	0.3	

\* 平均值

**μi 频率特性**

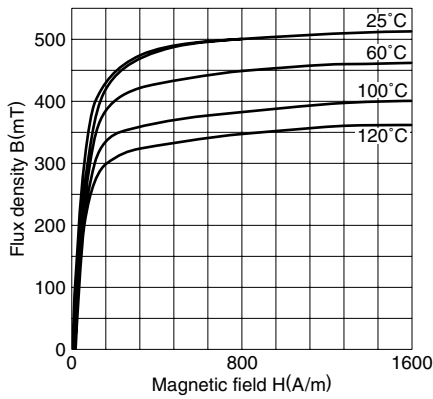


**tan δ/μi 频率特性**

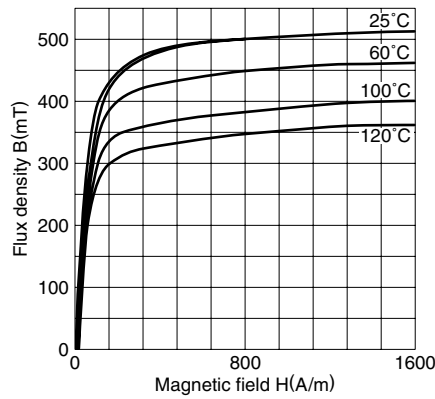


**B-H 温度特性(代表例)**

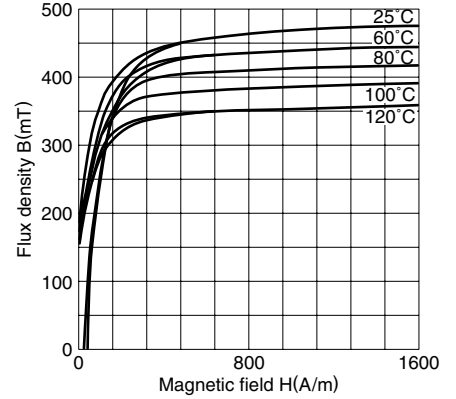
材质：PC40



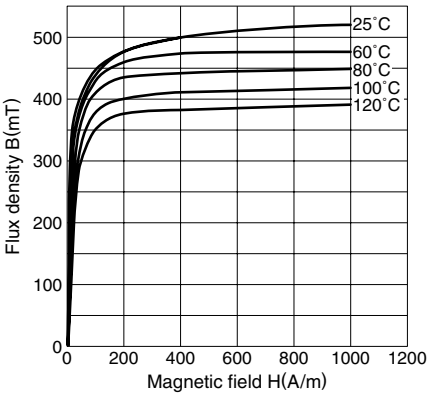
材质：PC44



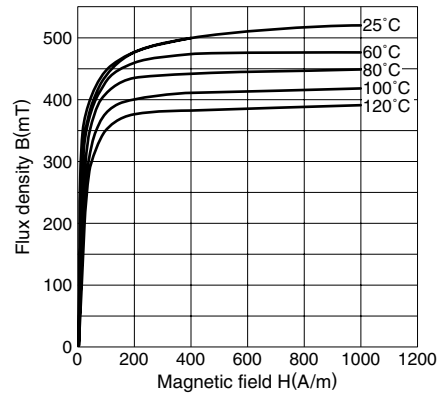
材质：PC50



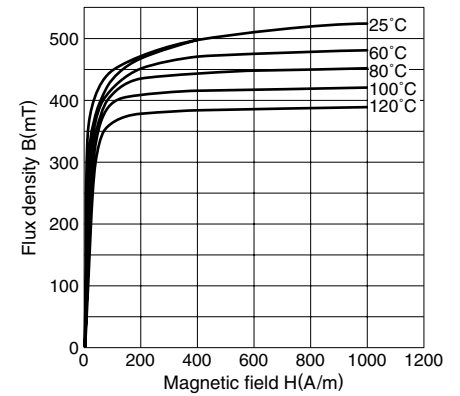
材质：PC45



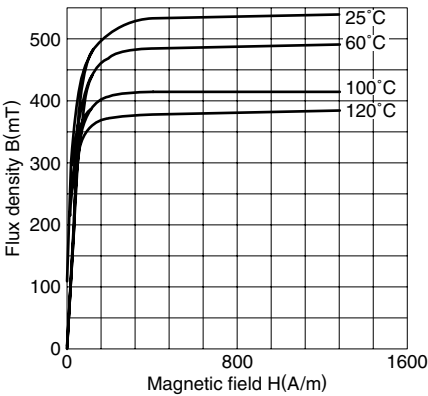
材质：PC46



材质：PC47

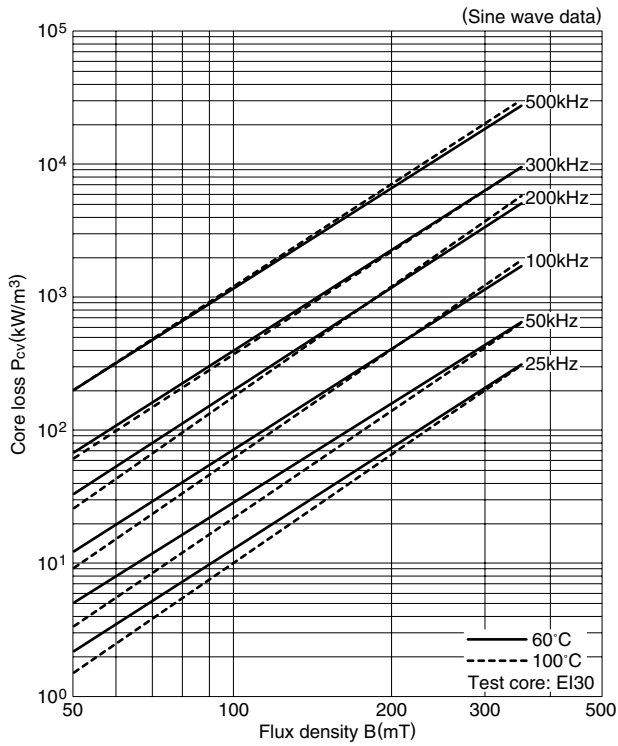


材质：PC95

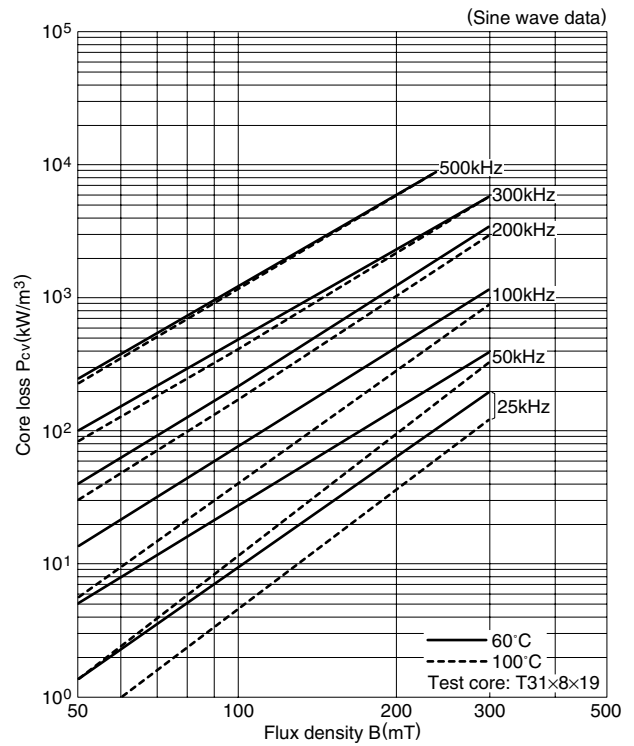


磁心损耗(代表例)

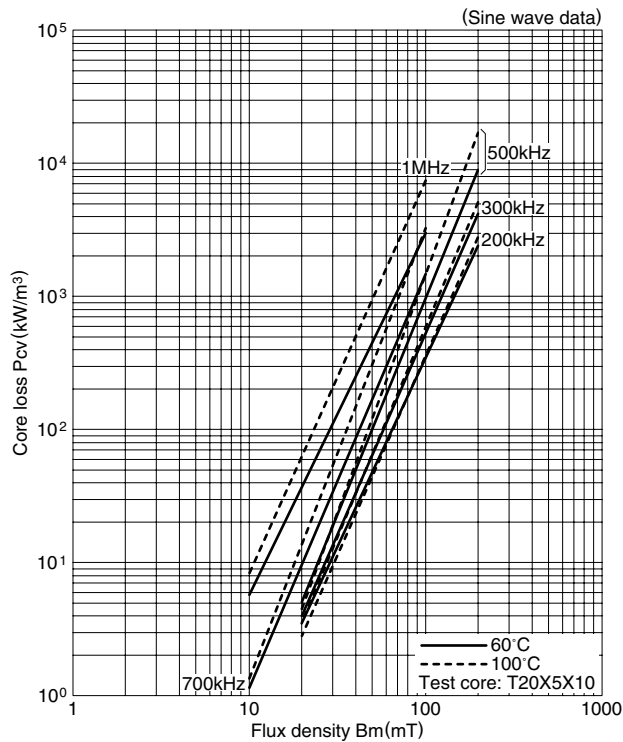
材质: PC40



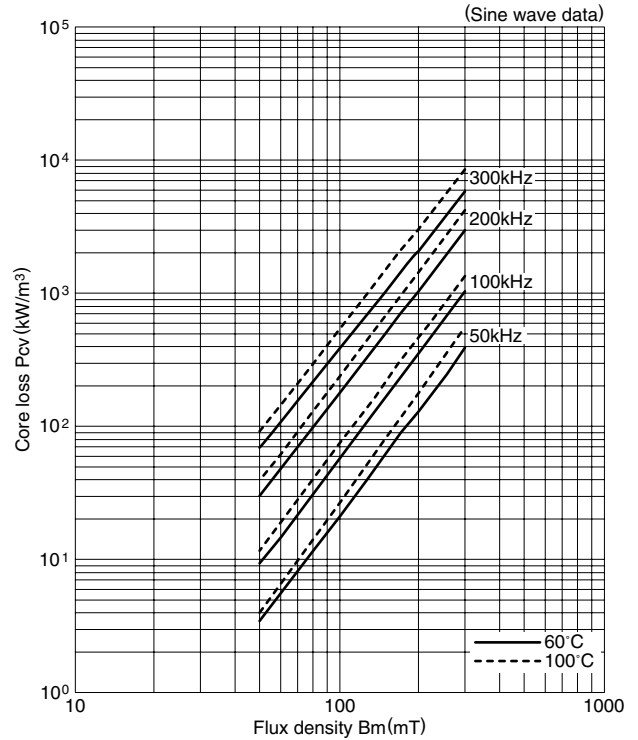
材质: PC44



材质: PC50

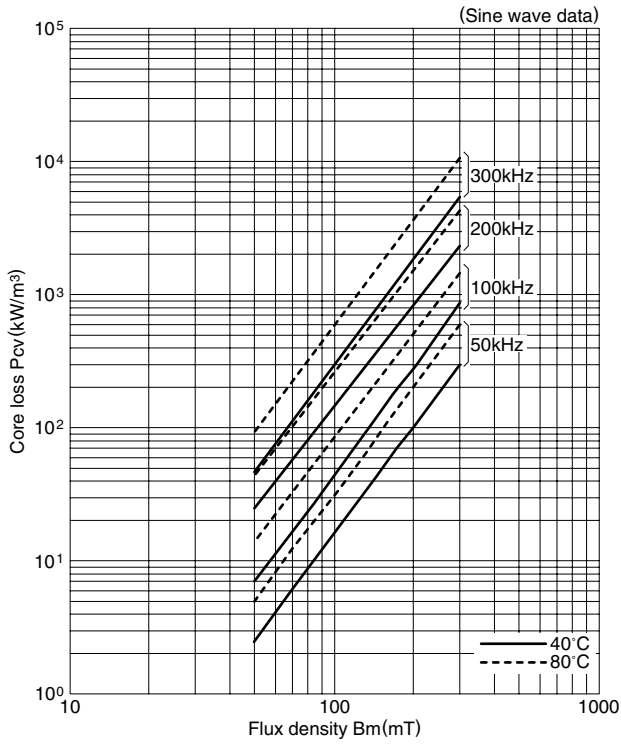


材质: PC45

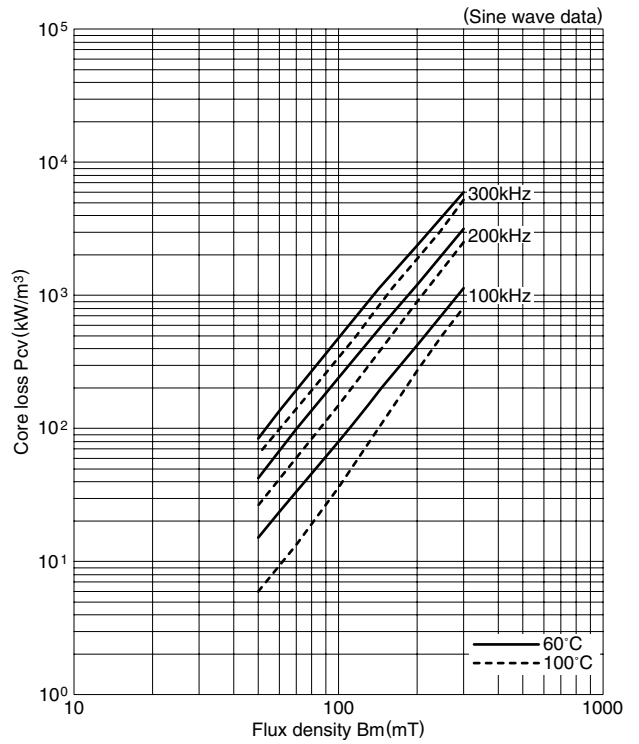


磁心损耗(代表例)

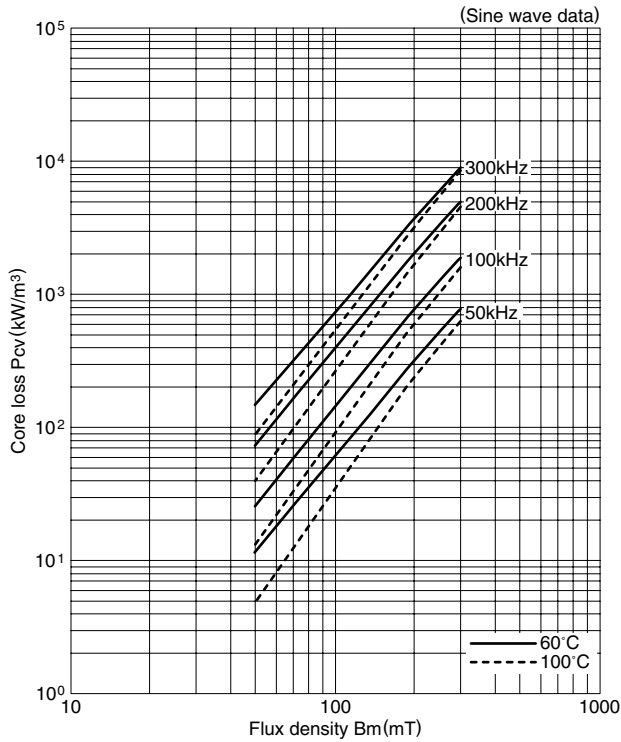
材质: PC46



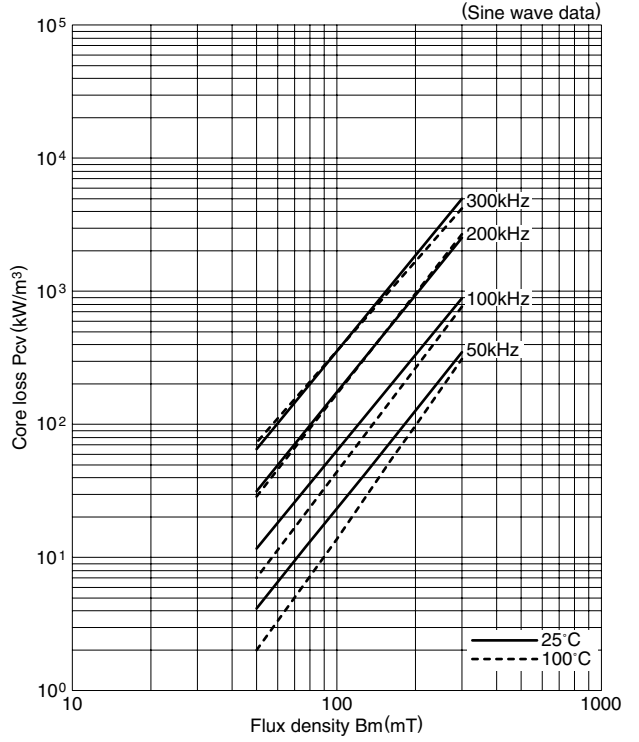
材质: PC47



材质: PC33

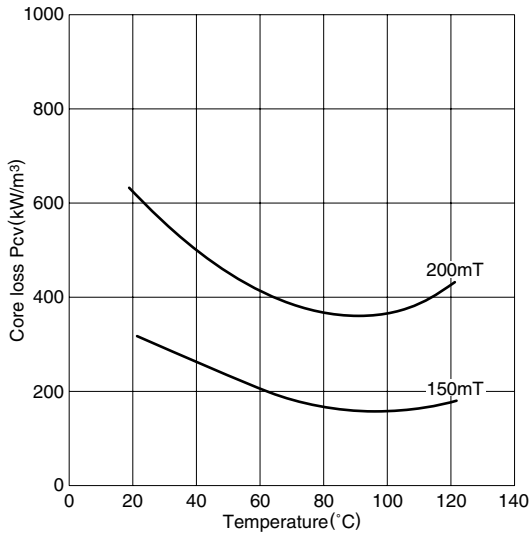


材质: PC95

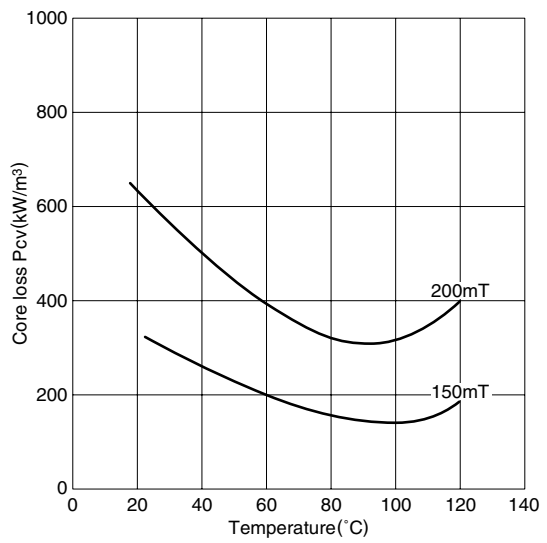


磁心损耗的温度依赖性(代表例)

材质 : PC40(频率 : 100kHz)

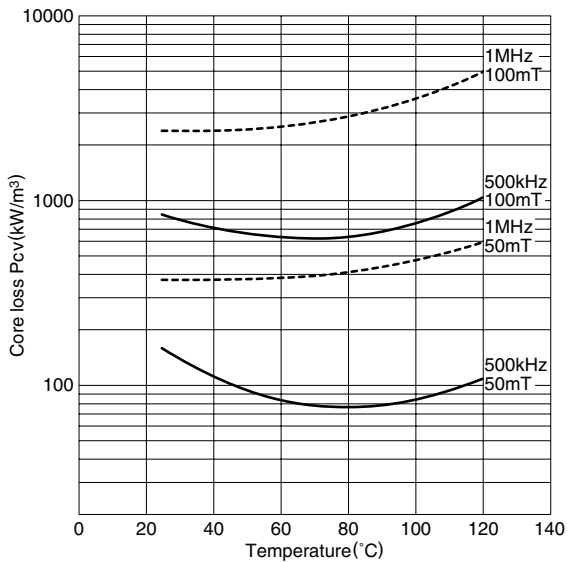


材质 : PC44 (频率 : 100kHz)

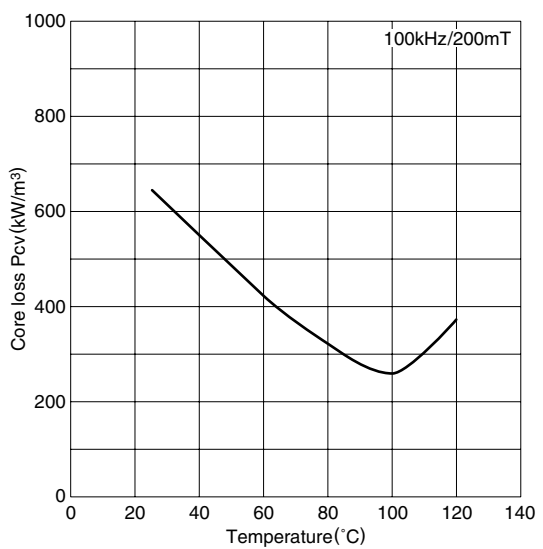


Test core: Toroidal  
OD=31mm  
TH=8mm  
ID=19mm

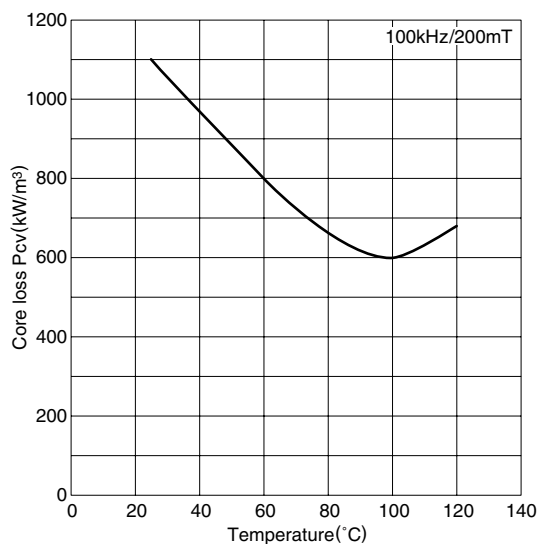
材质 : PC50



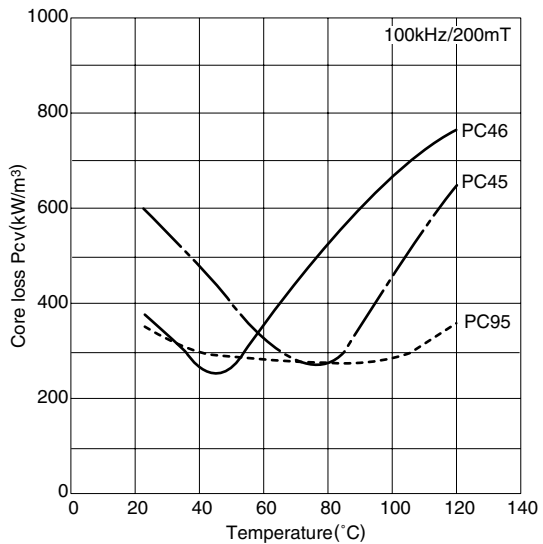
材质 : PC47



材质 : PC33

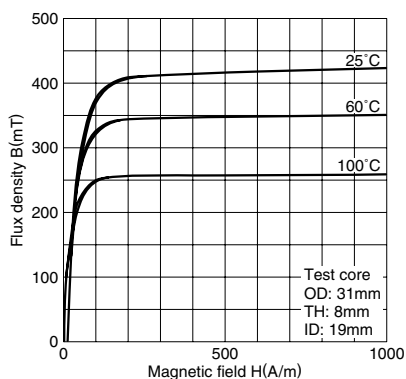


材质 : PC95, PC45, PC46

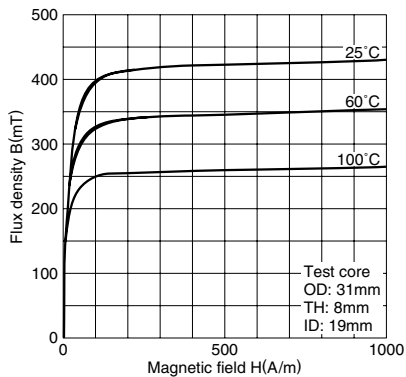


### B-H 特性(代表例)

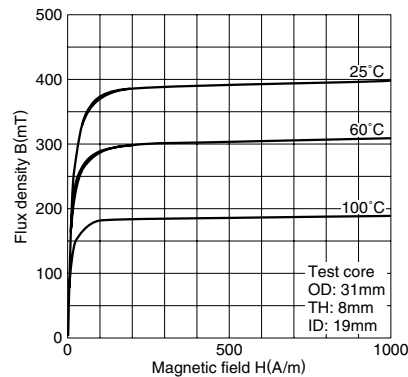
#### HS52



#### HS72

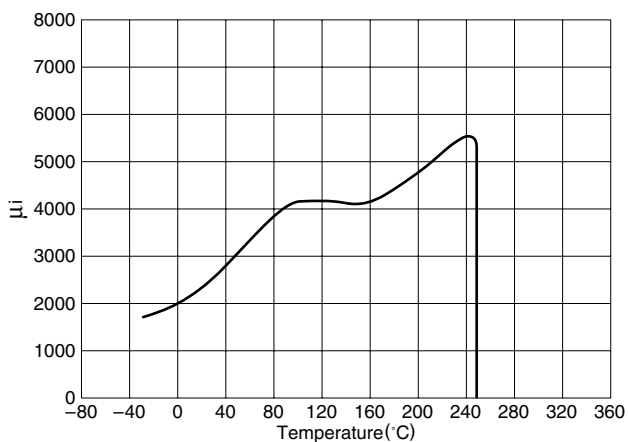


#### HS10

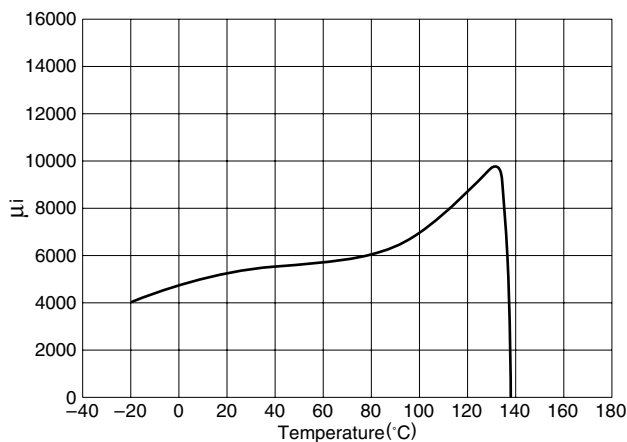


### $\mu_i$ 温度特性(代表例)

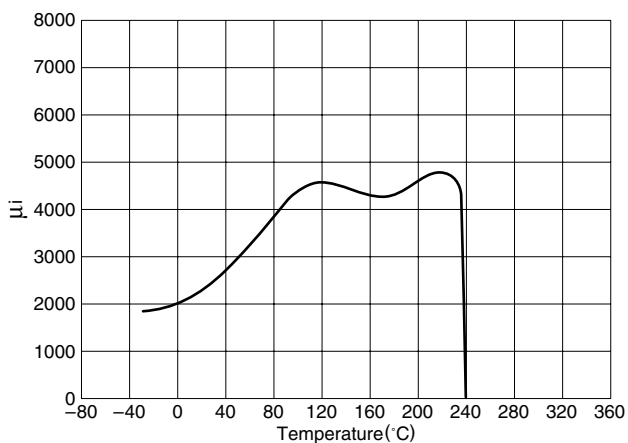
#### PC40



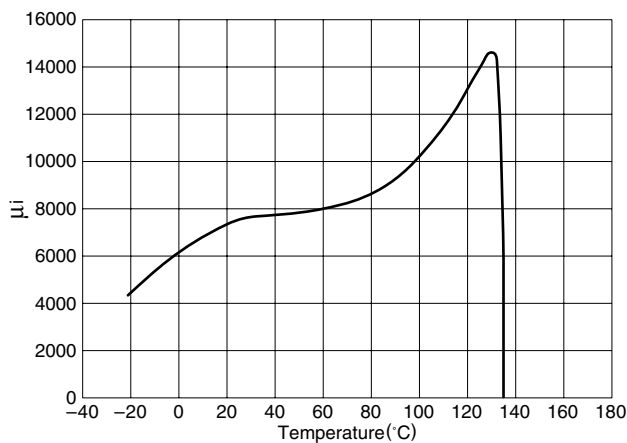
#### HS52



#### PC44

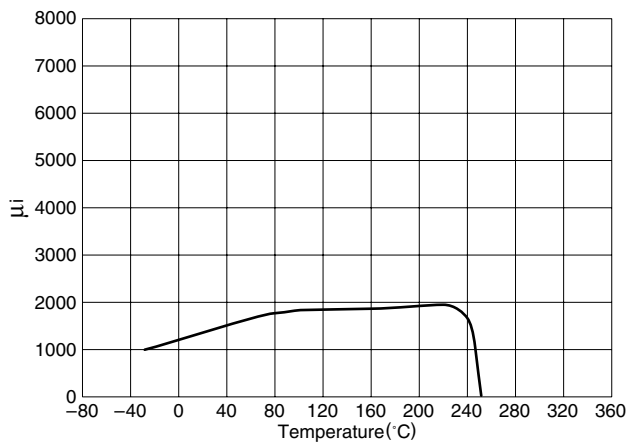


#### HS72

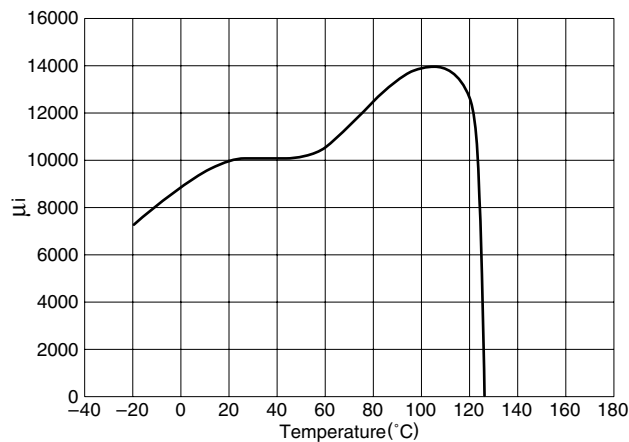


μi 温度特性(代表例)

PC50

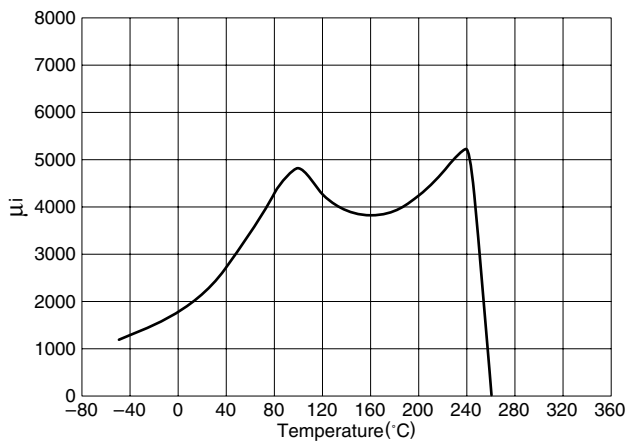


HS10

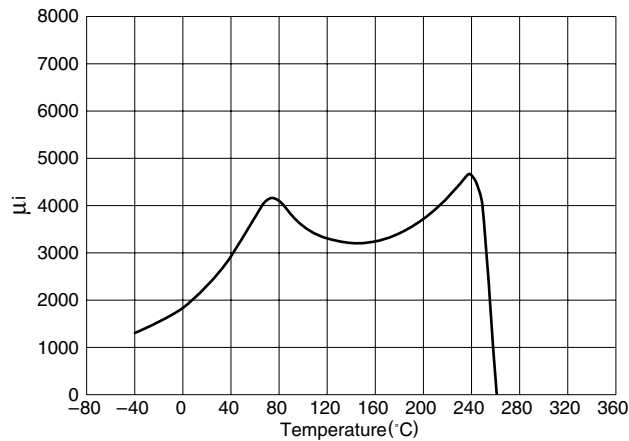


Test core: OD=31mm  
TH=8mm  
ID=19mm

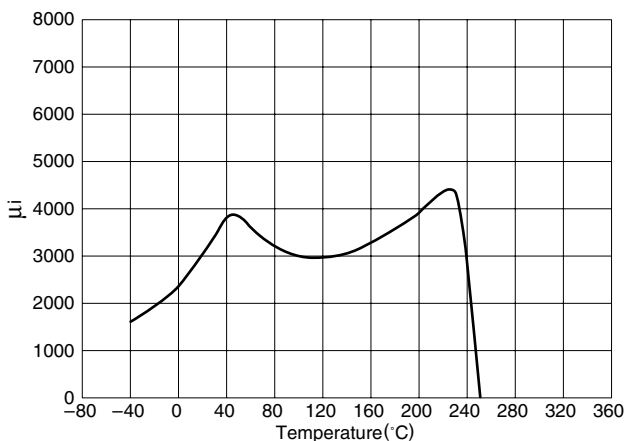
PC47



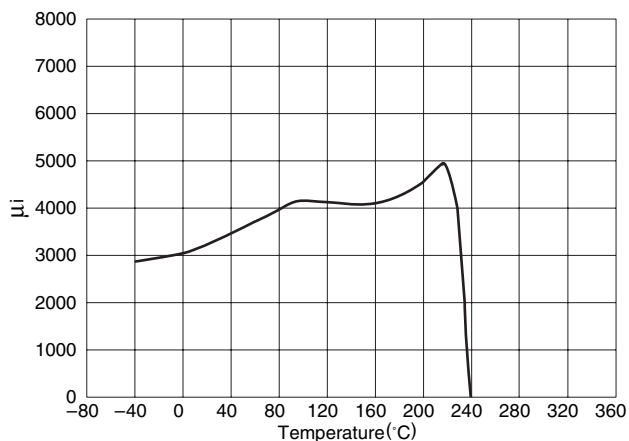
PC45



PC46

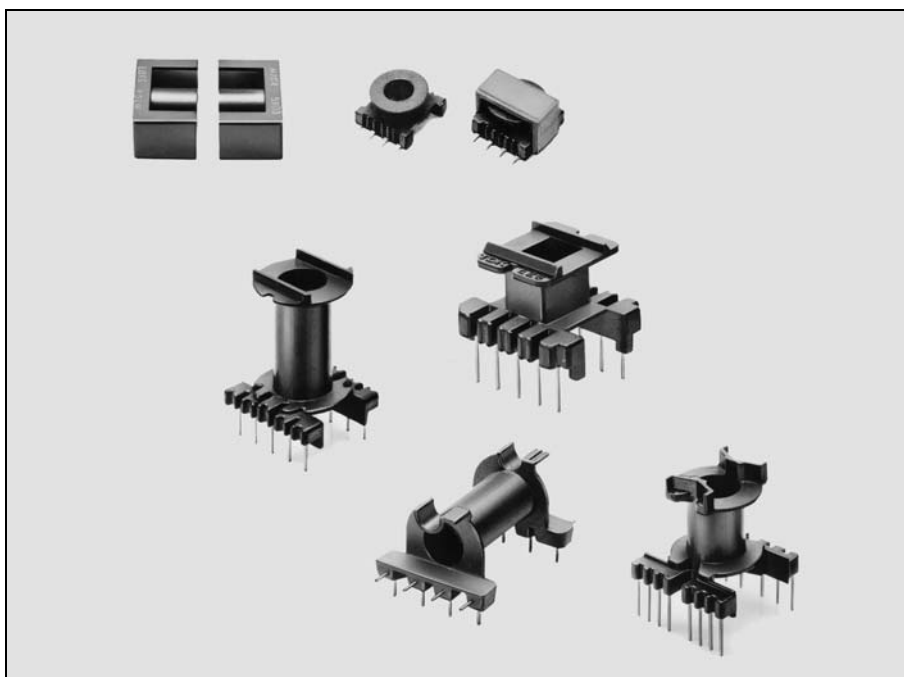


PC95

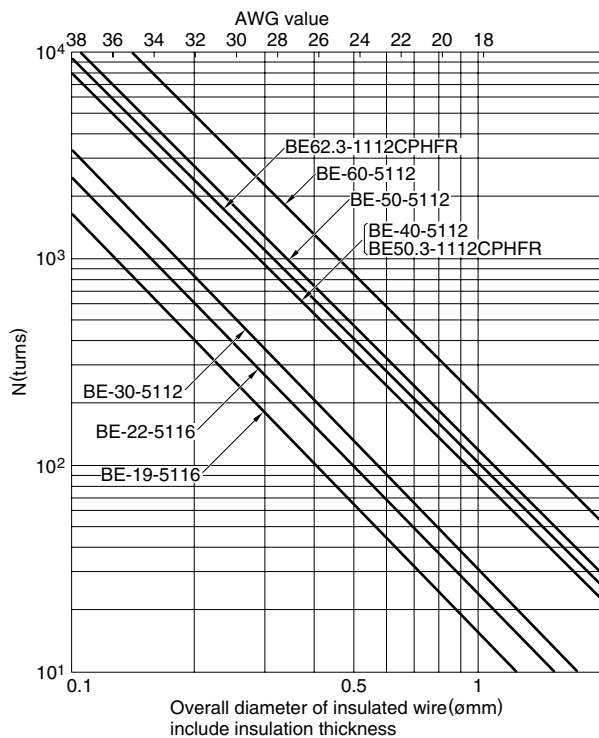


## 线轴的最大卷数表

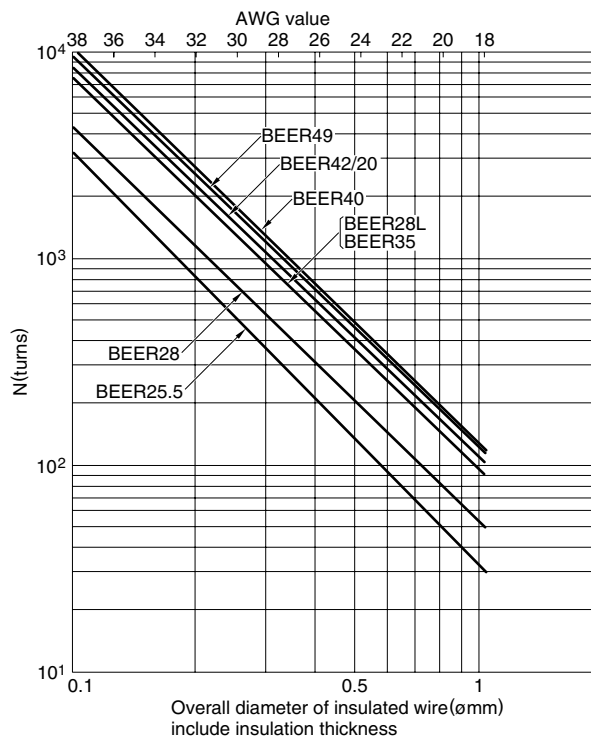
EI, EE系列  
EER系列  
ETD系列  
PQ系列  
LP系列  
EP系列  
RM系列  
SMD系列  
EPC, EEM系列  
线材表



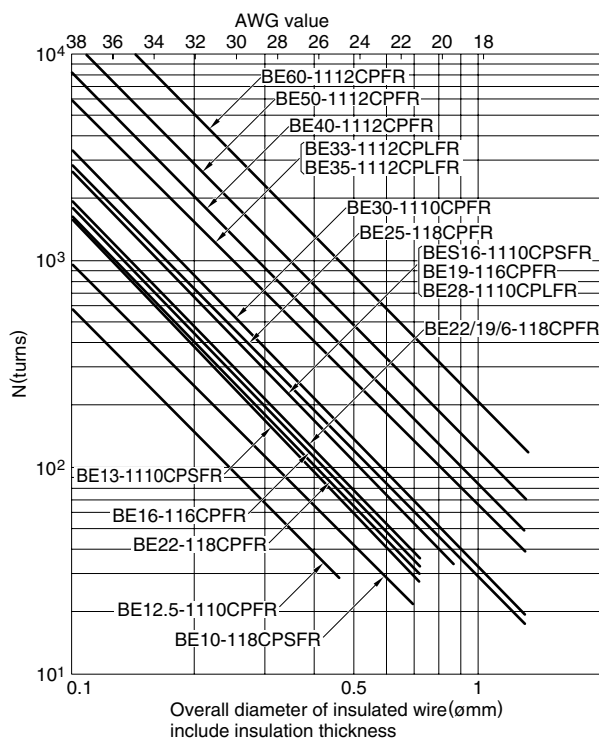
### EI, EE 系列(无端子插脚)



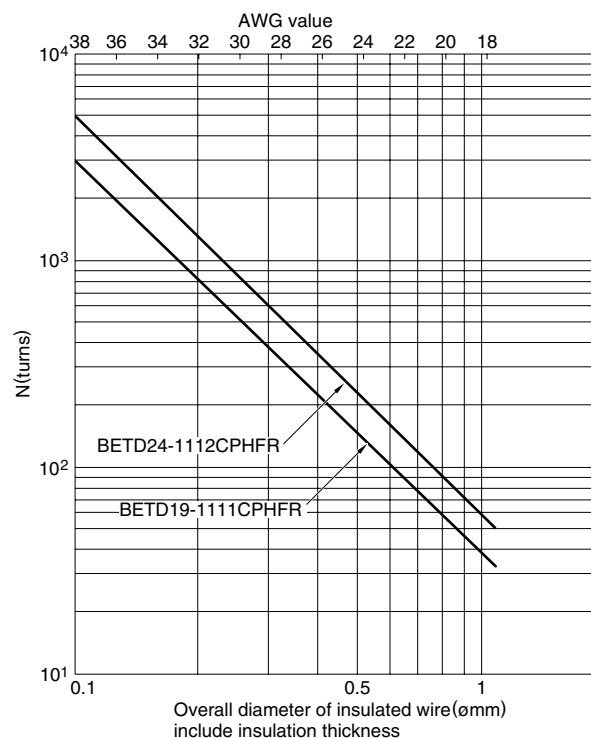
### EER 系列



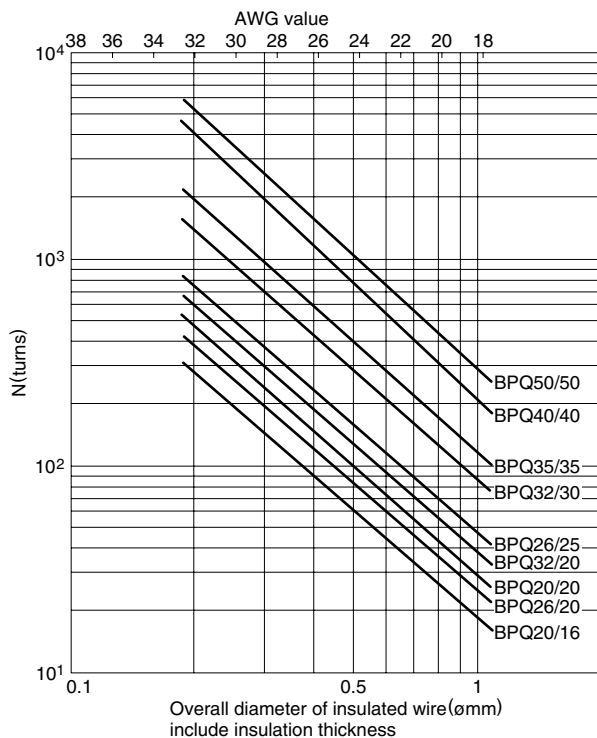
### EI, EE 系列(无端子插脚)



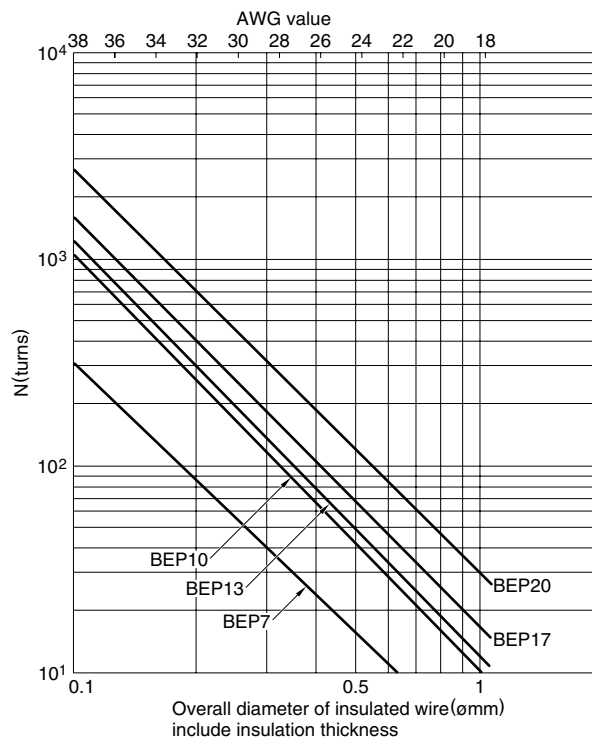
### ETD 系列



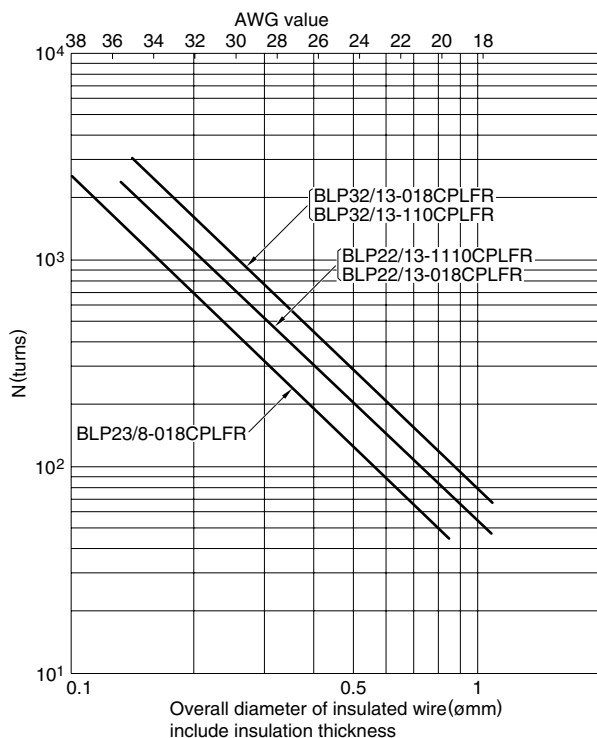
### PQ 系列



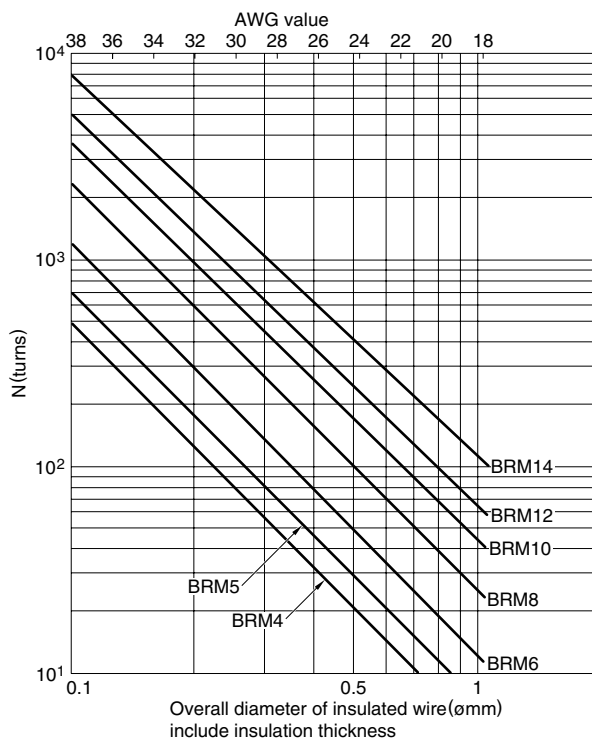
### EP 系列



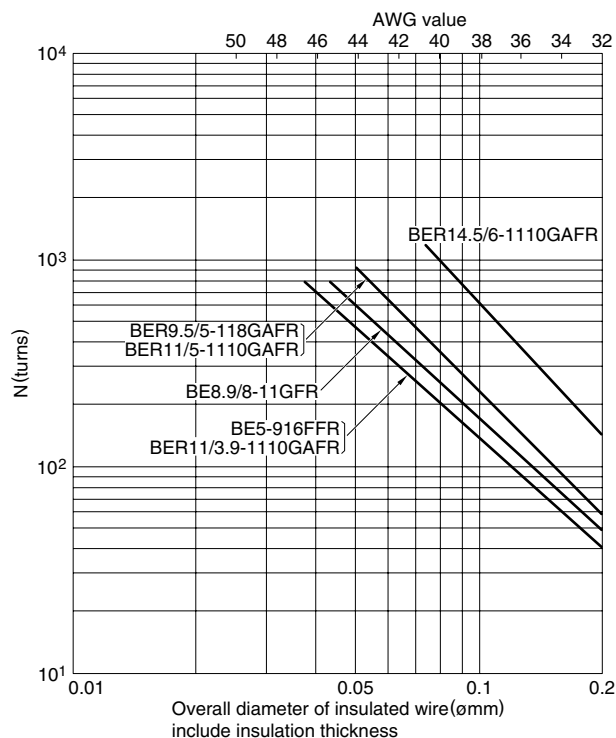
### LP 系列



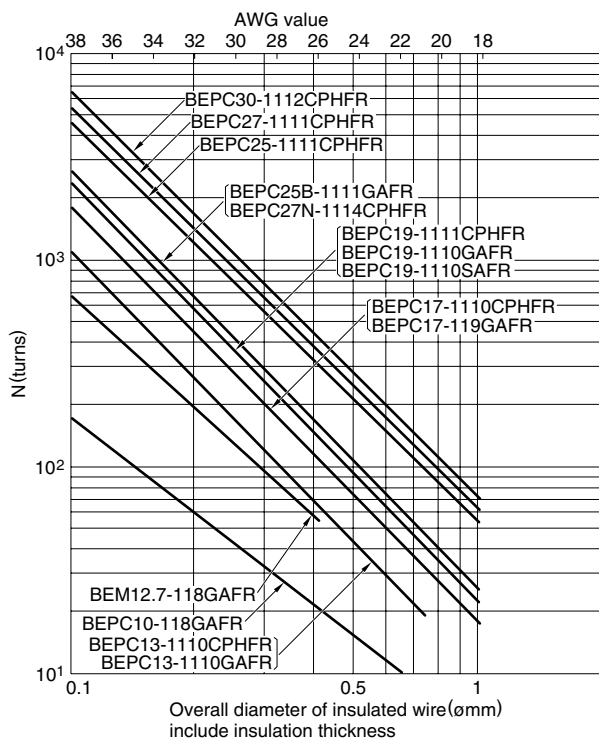
### RM 系列



### SMD 系列



### EPC, EEM 系列



## 线轴的线材表

AWG	AWG 直径 (mm)	AWG 面积 (mm <sup>2</sup> )	单涂层直径 (mm)	单涂层面积 (mm <sup>2</sup> )	重涂层直径 (mm)	重涂层面积 (mm <sup>2</sup> )
40	0.078	0.0053	0.093	0.0068	0.100	0.0078
39	0.089	0.0066	0.104	0.0085	0.112	0.0099
38	0.102	0.0083	0.117	0.0108	0.126	0.0125
37	0.114	0.0105	0.131	0.0135	0.141	0.0156
36	0.127	0.0132	0.147	0.0169	0.158	0.0195
35	0.142	0.0166	0.164	0.0212	0.176	0.0243
34	0.160	0.0209	0.184	0.0265	0.196	0.0303
33	0.180	0.0264	0.205	0.0330	0.219	0.0376
32	0.203	0.0332	0.229	0.0412	0.244	0.0467
31	0.226	0.0418	0.256	0.0513	0.271	0.0578
30	0.254	0.0526	0.285	0.0640	0.302	0.0717
29	0.287	0.0663	0.319	0.0797	0.336	0.0888
28	0.320	0.0834	0.356	0.0993	0.374	0.1099
27	0.360	0.1050	0.397	0.1237	0.416	0.1362
26	0.404	0.1322	0.443	0.1542	0.464	0.1688
25	0.454	0.1664	0.495	0.1922	0.516	0.2093
24	0.510	0.2095	0.552	0.2397	0.575	0.2596
23	0.574	0.2638	0.617	0.2990	0.641	0.3222
22	0.642	0.3321	0.689	0.3731	0.714	0.4001
21	0.724	0.4181	0.770	0.4659	0.796	0.4972
20	0.812	0.5624	0.861	0.5820	0.887	0.6183
19	0.910	0.6627	0.962	0.7272	0.990	0.7693
18	1.024	0.8343	1.076	0.9092	1.104	0.9578
17	1.156	1.0504	1.203	1.1371	1.233	1.1933
16	1.298	1.3224	1.346	1.4228	1.376	1.4877
15	1.456	1.6648	1.506	1.7809	1.537	1.8559
14	1.634	2.0959	1.685	2.2301	1.717	2.3165
13	1.833	2.6386	1.886	2.7935	1.919	2.8931
12	2.057	3.3219	2.111	3.5006	2.145	3.6153
11	2.308	4.1821	2.364	4.3882	2.399	4.5201
10	2.589	5.2651	2.647	5.5024	2.683	5.6542
9	2.905	6.6285	2.964	6.9018	3.002	7.0763
8	3.260	8.3449	3.320	8.6594	3.359	8.8599
7	3.657	10.5059	3.720	10.8674	3.759	11.0977
6	4.104	13.2264	4.168	13.6419	4.208	13.9062