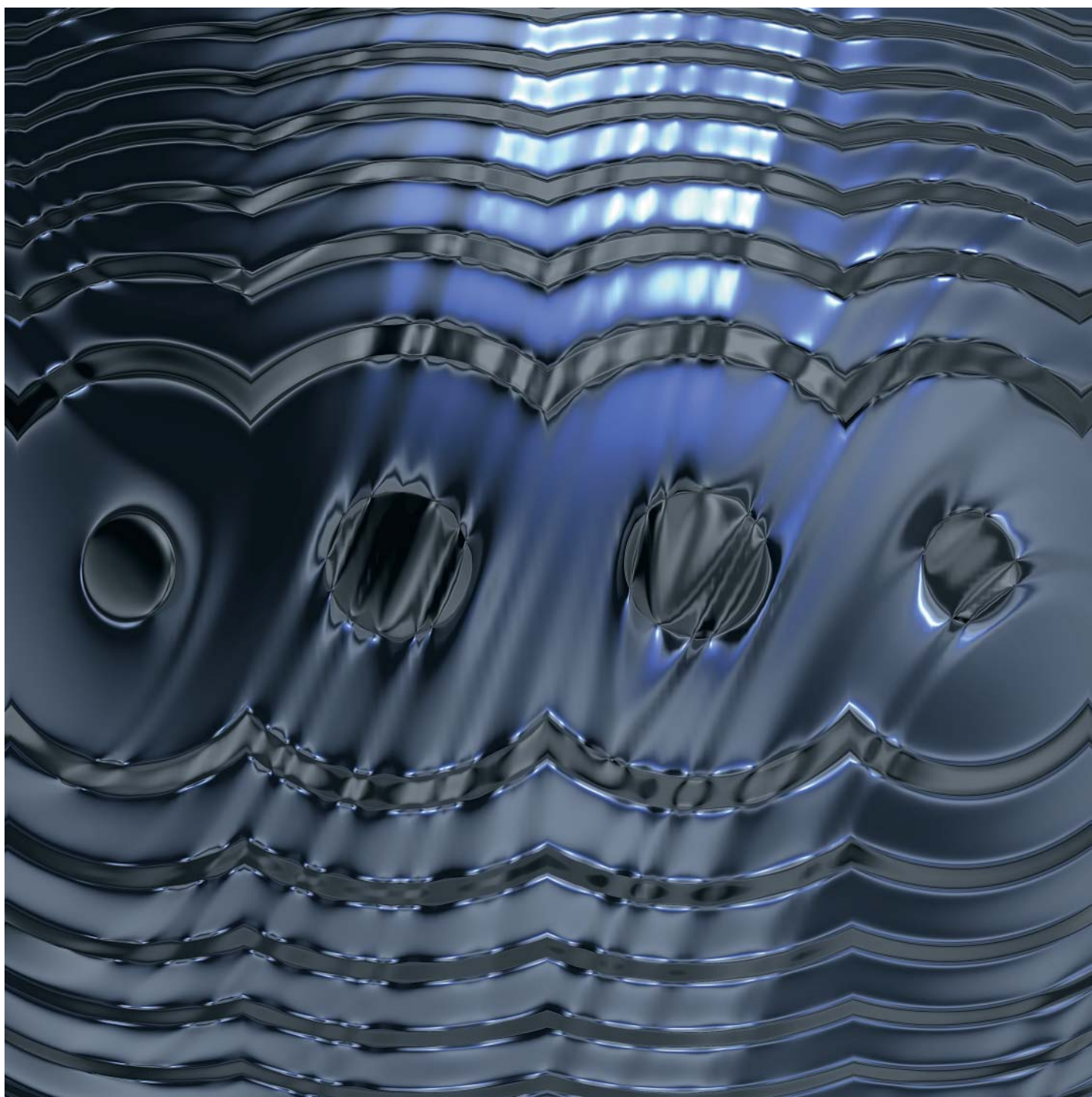




JFE

# 超級铁芯™ Super Core™

高频用硅钢片



JFE 钢铁 株式会社

# 超级铁芯™

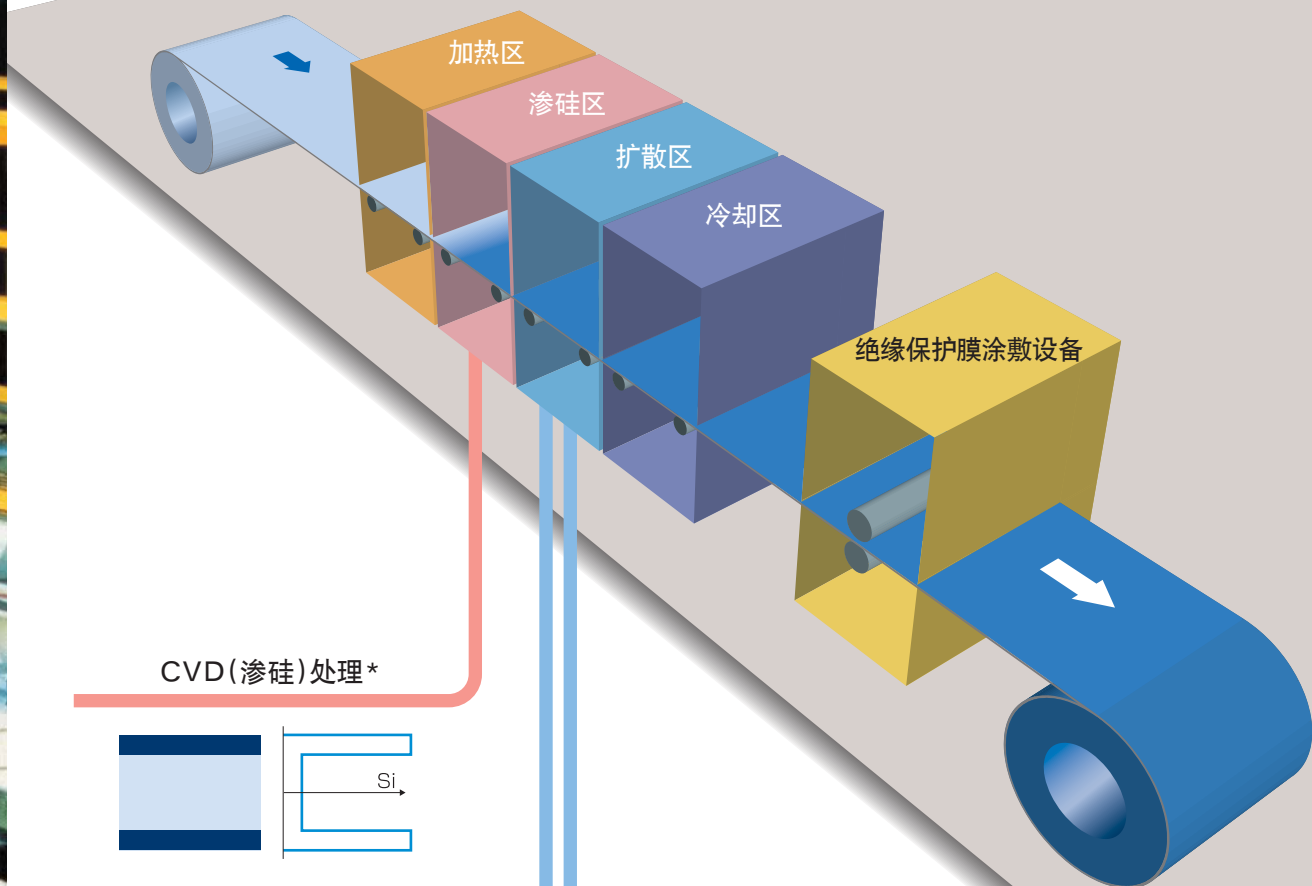
超级铁芯™和以往的硅钢片完全不同，它是采用全新工艺制造的最高级无取向性硅钢片。

以往的硅钢片最多添加3.5%的Si(硅)。众所周知，若增加硅含量，其磁性能会得到相应提高，当Si的添加量达到6.5%时，磁性最高。但Si含量超过3.5%时，会使钢变硬变脆，从而无法轧制成薄钢板。

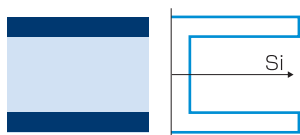
1993年、JFE钢铁采用CVD工艺法，解决了这个制造难题。6.5%的硅钢片(JNEX铁芯)的工业化也首次在这个世界上取得了成功。

此外，为了满足新的需求，进一步发展此技术，高频率特性的卓越梯度高硅钢片(JNHF铁芯)也实现了商业化批量生产。

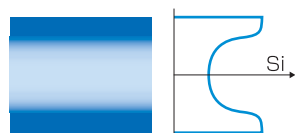
# ● 超级铁芯™ 的制造方法



CVD(渗硅)处理\*



浓度分布控制扩散处理



## JNHF铁芯

内外侧的表层部分是  
6.5%硅、  
中心部是低硅含量的  
梯度高硅钢片。

均匀扩散处理



## JNEX铁芯

6.5%硅钢片。  
(钢板内部含有6.5%的硅，  
且均匀分布)

\* CVD : Chemical Vapor Deposition (化学气相沉积法)

● 超级铁芯 是JFE钢铁株式会社的商标。

# JNEX 铁芯

与以往的硅钢片相比，JNEX铁芯采用了完全不同的制造方法(CVD法)，从而实现了以往不可能的6.5%Si含量。最高端的无取向硅钢片。

## 低铁损

在高频率领域中铁损非常低。  
充分发挥此特点，可实现高频电抗器·高频变压器等机器的低发热和小型化。

## 低磁致伸缩

噪音，振动引起的磁致伸缩几乎为零。  
充分发挥此特点，可大幅度降低电抗器、变压器等机器的噪音。

## 高导磁率

从低频到高频，导磁率非常高。  
充分发挥此特点，可用于屏蔽用途或电流转换器等。

## 质量稳定

由于作了高温处理，所以具备热稳定性。  
且加工导致的特性劣化程度低，  
所以不需要做消除应力退火处理。

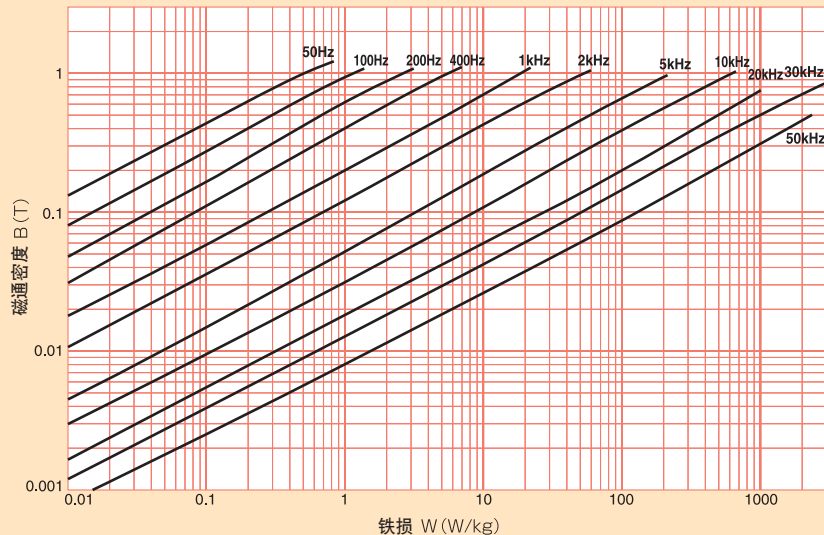
## 无取向性

产品的轧制方向(L方向)和宽度方向(C方向)的特性几乎没有差别。  
因此，可广泛应用于从静止器到旋转机等各种领域。



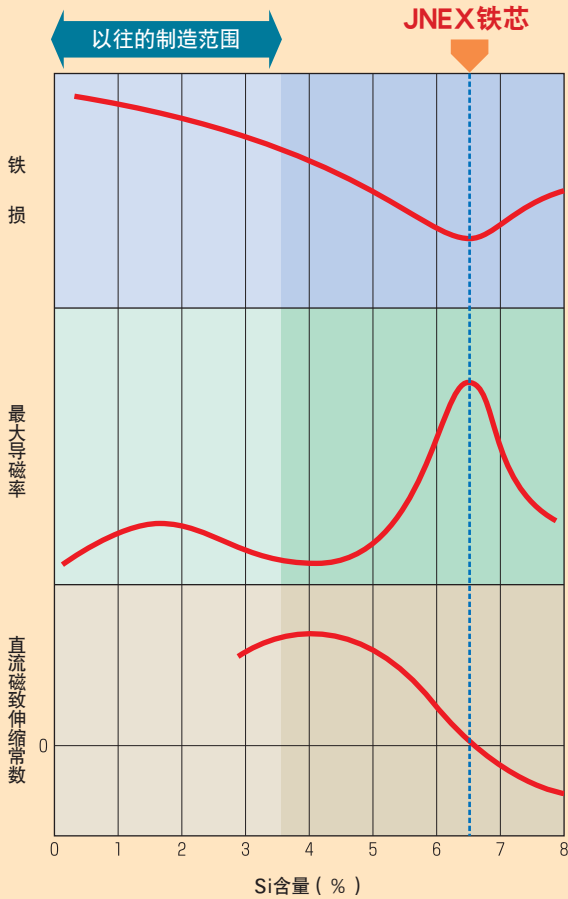
## 10JNEX900

● 高频率铁损曲线



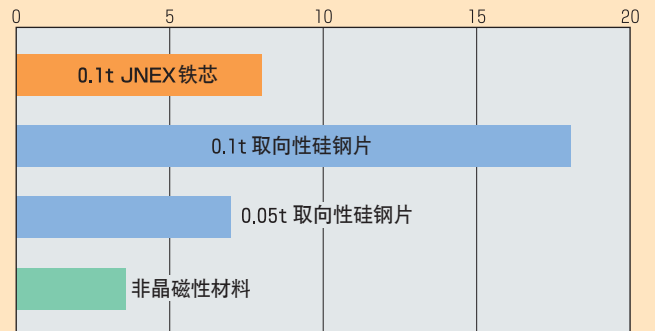
测定：25cm Epstein(爱普斯坦)铁损试验  
沿轧制方向 剪断的状态

### 硅钢片的Si含量对电磁特性变化的影响

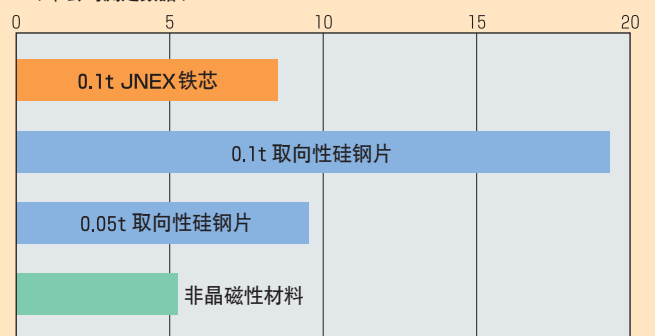


### 特 性

■材料的铁损 W1/10k(W/kg)  
(本公司测定数据)



■分体环状铁心 (CS500)的铁损 W1/10k(W/kg)  
(本公司测定数据)



### 典型特性举例

■磁力特性比较 (本公司测定数据) : 轧制方向、剪断的状态

材 料	板厚 (mm)	固有电阻 ( $\mu\Omega\cdot m$ )	直流最大相对导磁率	饱和磁化 (T)	磁通密度 $B_8$ (T)	磁通密度 $B_{25}$ (T)	磁致伸缩 $\lambda_{10/400}$ ( $\times 10^{-6}$ )	铁损 (W/kg)						
								W10/50	W10/400	W10/1k	W5/2k	W2/5k	W1/10k	W0.5/20k
JNEX铁芯	0.10	0.82	23,000	1.80	1.29	1.40	0.1	0.5	5.7	18.7	13.7	11.3	8.3	6.9
取向性硅钢片	0.05	0.48	—	2.03	1.75	—	-0.8	0.8	6.4	17.2	13.5	9.2	7.1	5.2
	0.10		24,000		1.84	1.91		0.7	6.0	22.7	22.0	20.0	18.0	14.0
	0.23		92,000		1.92	1.96		0.3	7.8	35.0	33.0	33.0	30.0	32.0
	0.35		94,000		1.92	1.96		0.4	12.2	55.0	49.5	49.5	47.0	49.0
无取向性硅钢片	0.10	0.57	12,500	2.05	1.58	—	7.8	0.8	8.5	27.1	22.4	16.5	13.3	—
	0.20		15,000	2.03	1.44	0.7		11.0	38.5	33.2	26.2	23.0	—	
	0.35		18,000	1.96	1.45	0.7		14.4	62.0	50.2	38.0	33.0	—	
非晶磁性材料	0.025	1.30	300,000	1.50	1.38	—	27.0	0.1	1.5	5.5	8.1	4.0	3.6	3.3
铁氧体软磁材料	Bulk	—	3,500	—	0.37	—	21.0	—	—	—	—	2.2	2.0	1.8

\*W10/50表示50Hz、1T (=10KG) 磁通的正弦波励磁时的铁损值。

\*对于所记载以外的板厚, 请另行商量。

# JNHF铁芯

JNHF铁芯是在JNEX铁芯的渗硅技术(CVD法)基础上发展改进的产品，可实现高频领域的更低铁损化。

## 低铁损

在5kHz以上的高频应用中，其铁损低，超过了JNEX铁芯。

## 高加工性

拥有优异的冲压性、弯曲加工性、铆接性等加工性能。

## 无取向性

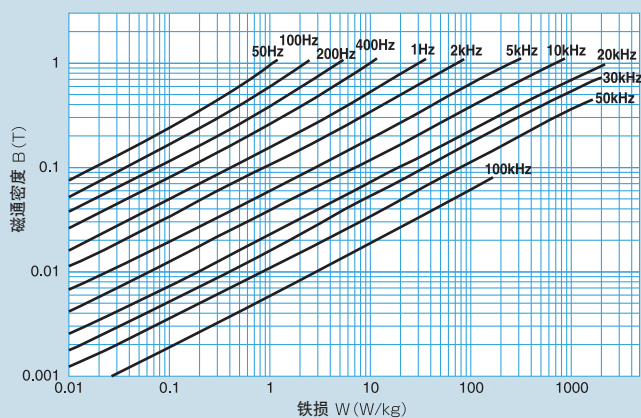
产品的轧制方向(L方向)和宽度方向(C方向)上的特性几乎无差别。因此，可广泛应用于从静止器到旋转机的各种领域。

## 高饱和磁通密度

拥有1.85~1.94 T高饱和磁通密度。如用在电抗器上，可显示出优异的直流重叠特性。

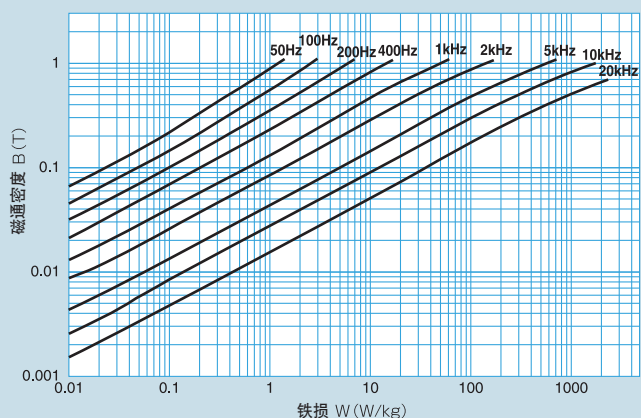
### 10JNHF600

#### ● 高频率铁损曲线

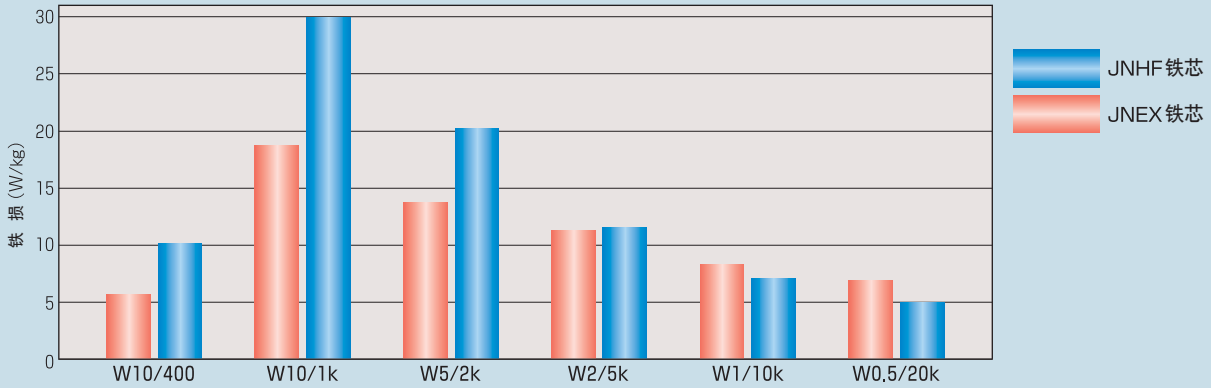


### 20JNHF1300

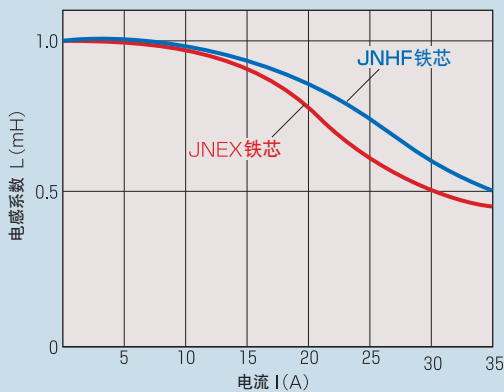
#### ● 高频率铁损曲线



### JNHF铁芯和JNEX铁芯的铁损比较 (0.10mm厚)

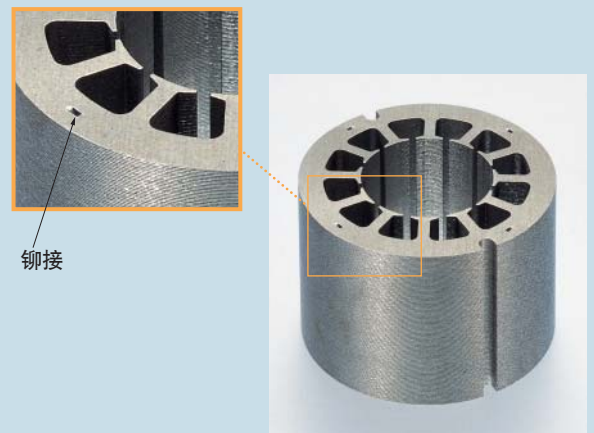


### 电抗器直流重叠特性比较



- 使用叠片块状铁芯(板厚0.1mm)
- 叠加相当于20kHz、0.05 T的脉动电流

### 冲压加工试作例



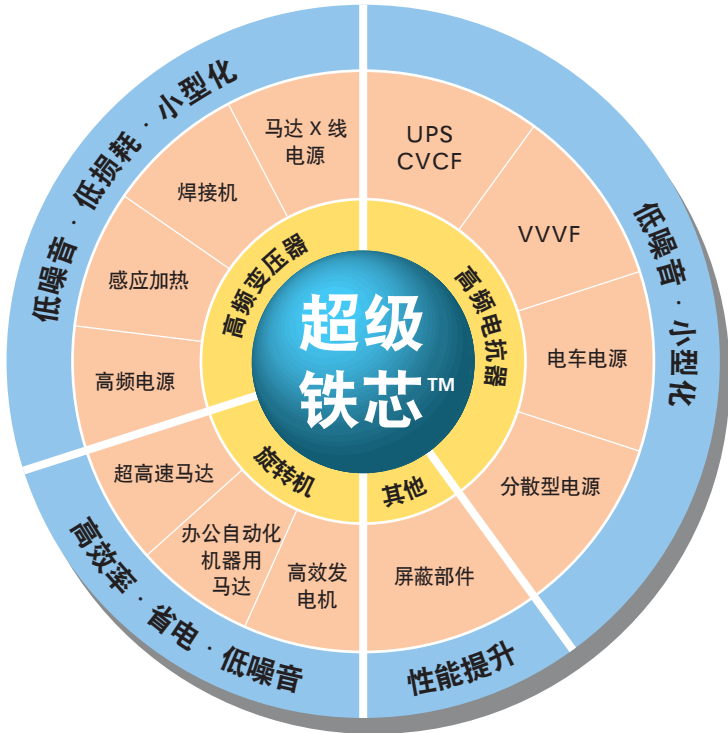
### 典型特性举例

■ 磁力特性比较 (本公司测定数据) : 轧制方向、剪断的状态

材料	板厚 (mm)	直流最大相对导磁率	饱和磁化 (T)	磁通密度 B <sub>8</sub> (T)	磁通密度 B <sub>25</sub> (T)	铁损 (W/kg)						
						W10/50	W10/400	W10/1k	W5/2k	W2/5k	W1/10k	W0.5/20k
JNHF铁芯	0.10	4,100	1.88	1.15	1.44	1.1	10.1	30.0	20.2	11.5	7.1	5.0
	0.20	3,900	1.94	1.09	1.47	1.2	14.5	51.6	29.1	17.9	12.7	9.5
JNEX铁芯	0.10	23,000	1.80	1.29	1.40	0.5	5.7	18.7	13.7	11.3	8.3	6.9
取向性硅钢片	0.10	24,000	2.03	1.84	1.91	0.7	6.0	22.7	22.0	20.0	18.0	14.0
无取向性硅钢片	0.35	18,000	1.96	1.45	1.56	0.7	14.4	62.0	50.2	38.0	33.0	—
非晶磁性材料	0.025	300,000	1.50	—	—	0.1	1.5	5.5	8.1	4.0	3.6	3.3

\*W10/50表示50Hz、1 T (=10KG) 磁通的正弦波励磁时的铁损值。  
\*对于所记载以外的板厚, 请另行商量。

# 超级铁芯™ 的用途



## JNEX铁芯

高频机器的低噪音·低损耗！

## JNHF铁芯

在超过 5 kHz 的高频领域实现更低损耗！！



高频变压器

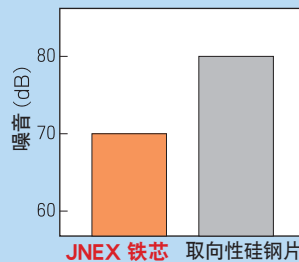
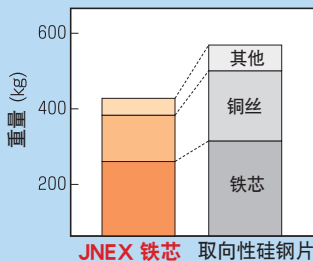
### 变压器

充分发挥超级铁芯™ 的高频低铁损特性，可广泛应用于从数百赫兹到数万赫兹的变压器。

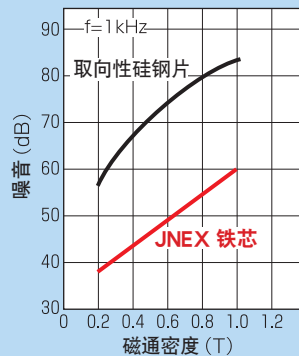
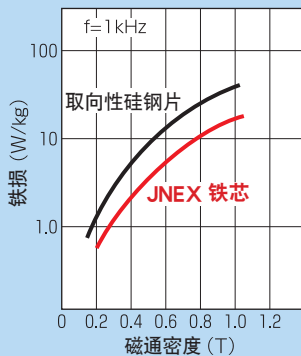
使用超级铁芯™，可以实现变压器的低发热，所以相比以往的硅钢片，可以提高磁通密度的设计值，实现变压器的小型化。此外，还可减少铜线等变压器用材，具有综合优势。

另外，如果充分发挥 JNEX 铁芯的低磁致伸缩特性，还可同时实现变压器的低噪音。

#### ● 高频变压器的低噪音、小型化应用举例（铁损一定的情况下）



#### ● 高频变压器的噪音、铁损特性比较



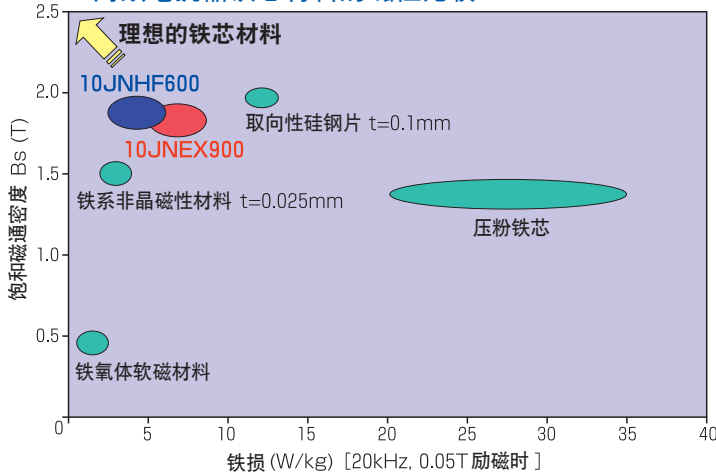


## 电抗器

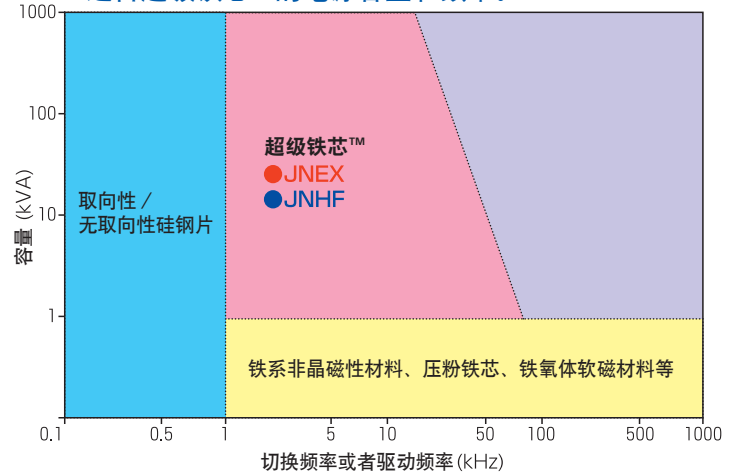
用最适用途的电抗器（扼流圈、电感器）举例说明。卓越的铁芯材料，其饱和磁通密度高，高频时的铁损小，超级铁芯™则均衡地兼备了以上两种特性，可以说是最适应目前市场需求的材料。而且，JNEX 磁致伸缩值为零，因此可以加工成超低噪音的安静电抗器。

把超级铁芯™的适用领域在变频器，逆变器等的电源容量和其驱动频率方面进行整理，则得出如图所示的结果。在变频器、逆变器的电源方面，IGBT 等的切换频率采用了3kHz~40kHz的电抗器铁芯（扼流圈），而高频电源或旋转机等方面，则采用了1kHz~20kHz的变压器铁芯、定子铁芯。

### ● 高频电抗器铁芯材料的磁性比较



### ● 适合超级铁芯™的电源容量和频率。



超级铁芯™拥有高饱和磁通密度、高频低铁损和高导磁率的特性，被广泛应用于从数千赫兹到数万赫兹高频电流叠加的高频电抗器。

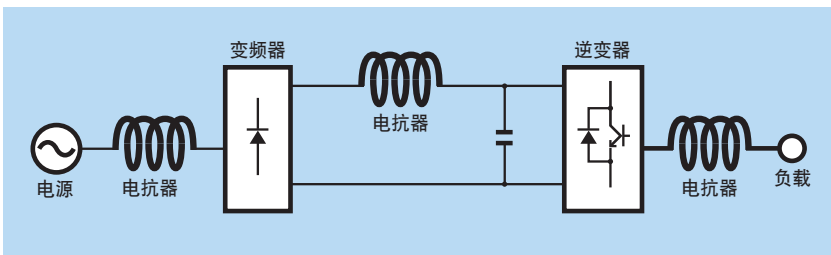
此外，在家电、民生用品以及工业、电力机器领域，为了满足高频波限制和效率改进的需求，广泛使用了有源滤波器以及 PWM 变频器。其中的电抗器铁芯所采用的超级铁芯™材料受到了好评。

超级铁芯™材料，既可制成分体式或整体式环形铁芯，亦可通过剪切或冲压制成各种形状的叠片铁芯，可满足用户的广泛需求。

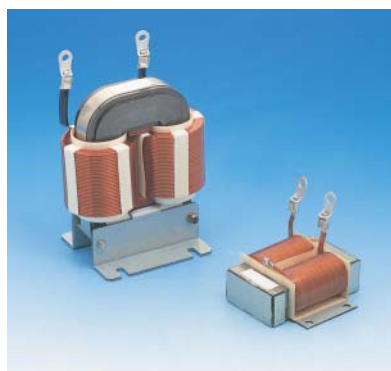
例如，下图所示，卓越的阻抗 - 频率特性的平角纵型卷线和剪切叠片铁芯组成的带四处接缝的电抗器，与以往的一到两个接缝铁芯相比，具有非常优越的直流叠加特性。

并且，JNEX 铁芯拥有低磁致伸缩特性，可降低 20kHz 以下可听领域内的刺耳高频噪音，提供非常安静的变频器、逆变器电源。

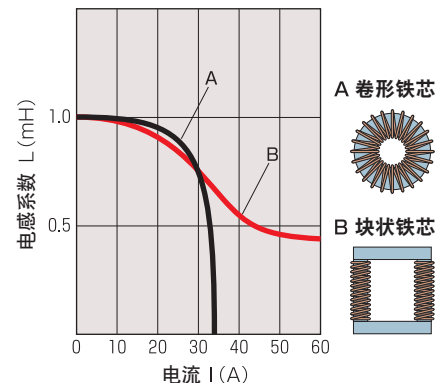
最近也应用在混合动力汽车的核心技术即升压回路上，且作为主要部品。相信其用途今后还会得到进一步的扩大发展。



### ● 直流叠加特性比较



高频电抗器



## 马达·发电机

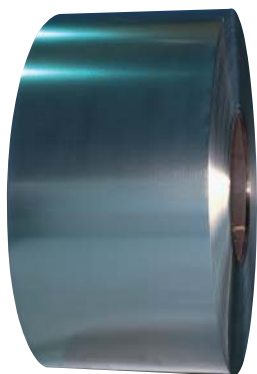
在高速马达、发电机的定子、转子、磁轭部件等应用中，皆发挥了低铁损特性，都实现了高效率化。此外，JNEX铁芯的使用，还有效地降低了由于磁致伸缩（噪音原因之一）所造成的噪音。特别是在电动汽车、混合动力汽车的马达、发电机以及办公自动化机器马达等方面的应用，受到了广泛关注。

## 其他

充分发挥高频条件下优异的高导磁特性，可制成电磁屏蔽器或高频时所使用的磁轭部件、加热装置的感应器或者电流转换器、以及控制高频率干扰的滤波器、电感器等各类产品。

## 产品

### ■母材卷料



●连续渗硅生产线（SEL）制造的母材卷料。

### ■切条卷料



- 母材卷料在分条生产线被切割成数条，成为环状的产品。
- 在内圈装入纸套筒，用防锈纸进行缠绕捆包，放在托盘上发货。

## 产品尺寸及规格

名称	板厚 (mm)	牌 号	铁 损 (W/kg)	尺 寸 (mm)	叠片系数 (%)	密 度 (g/cm <sup>3</sup> )
JNEX铁芯	0.10	10JNEX900	W10/400 9.0以下	板宽 20~600 卷料外径 MAX900 卷料内径 标准 508	90以上	7.49
JNHF铁芯	0.10	10JNHF600	W0.5/20k 6.0以下		90以上	7.53
	0.20	20JNHF1300	W0.5/20k 13.0以下		92以上	7.57

\*W10/1k 为 1kHz、1T (=10kG)、W10/400 为 400Hz、1T (=10kG)、W0.5/20k 为 20kHz、0.05T (=500G) 磁通的正弦波励磁时的铁损值。

## 绝缘保护膜

有机无机混合型保护膜。

## 关于环境有害物质

JFE 的硅钢片产品通过下述化验方法，确认并未化验出以下的环境有害物质。

对象物质	预处理	化验方法	定量下限
水银及水银化合物	酸分解法	还原气化—原子吸收分光法	1ppm
镉及镉化合物	酸分解法 (完全分解)	原子吸收分光法	10ppm
铅及铅化合物	酸分解法 (完全分解)	原子吸收分光法	10ppm
六价铬化合物	沸水溶解析出法	二苯碳酸二胂分光光度法	0.01μg/cm <sup>2</sup>

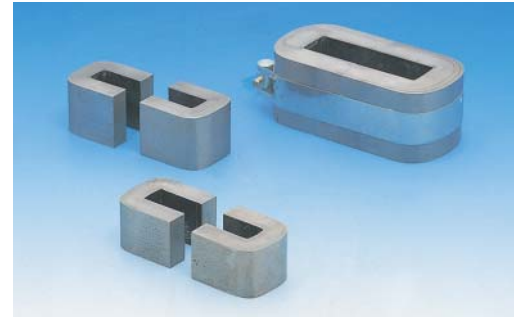
注 (1) 绝缘膜含有三价铬。在氧化气体介质中进行加热等时请加以注意。

(2) 关于 PBB、PBDE 等，并未有意识地添加或在生产工艺中加以使用。

## 加工品

### ● 卷型铁芯 (分体环状铁芯 · 整体环状铁芯)

- ◎ 将钢带加工成卷形，退火后浸漆固定。
- ◎ 板厚是 0.1mm。
- ◎ 日本卷形铁芯工业协会标准的 CS 系列的尺寸是标准尺寸，也有非标尺寸。



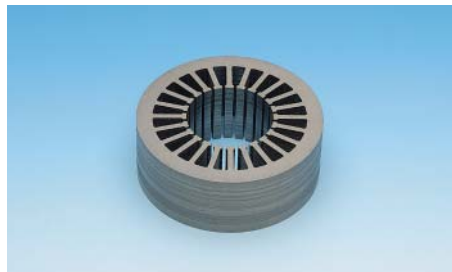
### ● 叠片式铁芯

- ◎ 充分发挥了无取向性超级铁芯™ 的优势，冲压叠片工艺制造的铁芯。
- ◎ 跟以往的 3% 硅含量硅钢片产品不同，可以在高频范围使用。
- ◎ 备有标准件，以及非标尺寸产品。



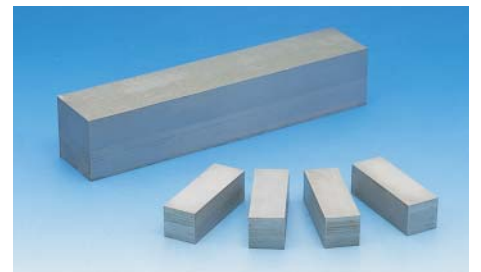
#### ■ 带R的块状铁芯

- 作为分体环状铁芯的替代品，用垫片、以及紧固件等即可直接使用的且与分体环状铁芯几乎形状相同的叠片铁芯。



#### ■ 粘着型叠片马达铁芯

- 通过粘着叠片使其硬化了的铁芯。
- 可以明显减少高速旋转时的高频铁损。



#### ■ 块状铁芯

- 用于较小容量变压器 · 电抗器的铁芯，在机器批量生产时，可有效削减成本。
- 叠片固定的标准方法是粘着固定。

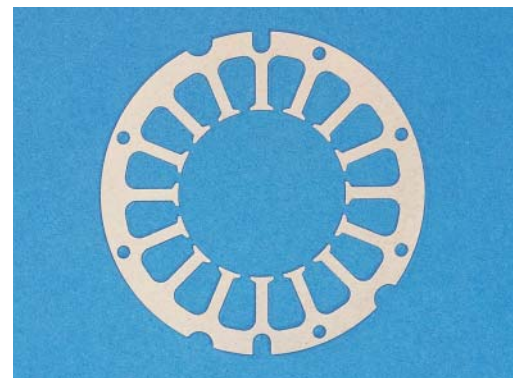
### ● 叠片铁芯

- ◎ 主要用于大中型的变压器 · 电抗器的铁芯。客户采用螺丝等进行叠片组装。
- ◎ 可制造范围因加工厂家不同而有所差异，请仔细确认。
- ◎ EI、EE 铁芯是对应 EIAJ 规格尺寸的标准件，也有非标尺寸产品。



### ● 马达 · 发电机用铁芯

- ◎ 采用了无取向硅钢片中最高端的产品 - 超级铁芯™ 的马达、发电机，能够发挥最优的性能。
- ◎ 铁芯制造将根据客户的设计图纸分别商洽。



■ 订货以及咨询敬请联络下述或您所在地附近的 JFE 钢铁公司相关部门。

2-2-3 Uchisaiwaicho, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011 (Hibiya Kokusai Bldg)  
Electrical Steel Section TEL. +81-3-3597-4099 FAX. +81-3-3597-4779

**JFE 钢铁 株式会社**<http://www.jfe-steel.co.jp/ch/>

<b>TOKYO HEAD OFFICE</b>	Hibiya Kokusai Building, 2-3 Uchisaiwaicho 2-chome, Chiyodaku, Tokyo 100-0011, Japan Phone : (81)3-3597-3111 Fax : (81)3-3597-4860
<b>NEW YORK OFFICE</b>	JFE Steel America, Inc. 600 Third Avenue, 12th Floor, New York, NY 10016, U.S.A. Phone : (1)212-310-9320 Fax : (1)212-308-9292
<b>HOUSTON OFFICE</b>	JFE Steel America, Inc., Houston Office 10777 Westheimer, Suite 230, Houston, TX 77042, U.S.A. Phone : (1)713-532-0052 Fax : (1)713-532-0062
<b>BRISBANE OFFICE</b>	JFE Steel Australia Resources Pty Ltd. Level 19, CPA Centre, 307 Queen St, Brisbane, QLD 4001, Australia Phone : (61)7-3229-3855 Fax : (61)7-3229-4377
<b>RIO DE JANEIRO OFFICE</b>	JFE Steel do Brasil LTDA / JFE Steel Corporation, Rio de Janeiro Office Praia de Botafogo, 228 Setor B, Salas 508 & 509, Botafogo, CEP 22250-040, Rio de Janeiro-RJ, Brazil Phone : (55)21-2553-1132 Fax : (55)21-2553-3430
<b>LONDON OFFICE</b>	JFE Steel Europe Limited 15th Floor, The Broadgate Tower, 20 Primrose Street, London EC2A 2EW, U.K. Phone : (44)20-7426-0166 Fax : (44)20-7247-0168
<b>DUBAI OFFICE</b>	JFE Steel Corporation, Dubai Office P.O.Box 261791 LOB19-1208, Jebel Ali Free Zone Dubai, U.A.E. Phone : (971)4-884-1833 Fax : (971)4-884-1472
<b>NEW DELHI OFFICE</b>	JFE Steel India Private Limited 1101, 11th Floor, Unitech's Signature Tower, Tower-A, South City-I, NH-8, Gurgaon, Haryana, 122002, India Phone : (91)124-426-4981 Fax : (91)124-426-4982
<b>MUMBAI OFFICE</b>	JFE Steel India Private Limited Mumbai Office 308, A Wing, 215 Atrium, Andheri - Kurla Road, Andheri (East), Mumbai - 400093, Maharashtra, India Phone : (91)22-3076-2760 Fax : (91)22-3076-2764
<b>SINGAPORE OFFICE</b>	JFE Steel Asia Pte. Ltd. 16 Raffles Quay, No. 15-03, Hong Leong Building, 048581, Singapore Phone : (65)6220-1174 Fax : (65)6224-8357
<b>BANGKOK OFFICE</b>	JFE Steel (Thailand) Ltd. 22nd Floor, Abdulrahim Place 990, Rama IV Road, Bangkok 10500, Thailand Phone : (66)2-636-1886 Fax : (66)2-636-1891
<b>VIETNAM OFFICE</b>	JFE Steel Vietnam Co., Ltd. Unit 1401, 14th Floor, Kumho Asiana Plaza , 39 Le Duan Street, Dist 1, HCMC, Vietnam Phone : (84)8-3825-8576 Fax : (84)8-3825-8562
<b>JAKARTA OFFICE</b>	JFE Steel Corporation, Jakarta Office 16th Floor Summitmas II, JL Jendral Sudirman Kav. 61-62, Jakarta 12190, Indonesia Phone : (62)21-522-6405 Fax : (62)21-522-6408
<b>MANILA OFFICE</b>	JFE Steel Corporation, Manila Office 23rd Floor 6788 Ayala Avenue, Oledan Square, Makati City, Metro Manila, Philippines Phone : (63)2-886-7432 Fax : (63)2-886-7315
<b>SEOUL OFFICE</b>	JFE Steel Korea Corporation 6th Floor. Geumgang-Tower. 889-13, Daechi-dong, Gangnam-gu, Seoul, 135-570, Korea Phone : (82)2-3468-4130 Fax : (82)2-3468-4137
<b>BEIJING OFFICE</b> 北京办事处	JFE Steel Corporation Beijing (JFE(北京)钢铁技术发展有限公司) 1009 Beijing Fortune Building No.5, Dongsanhuan North Road, Chaoyang District, Beijing, 100004, P.R.China 100004 中华人民共和国北京市朝阳区东三环北路5号 北京发展大厦1009室 Phone : (86)10-6590-9051 Fax : (86)10-6590-9056
<b>SHANGHAI OFFICE</b> 上海办事处	JFE Consulting (Shanghai) Co., Ltd. (杰富意(上海)商务咨询有限公司) Room 801, Building A, Far East International Plaza, 319 Xianxia Road, Shanghai 200051, P.R.China 200051 中华人民共和国上海市长宁区仙霞路319号远东国际广场A座801室 Phone : (86)21-6235-1345 Fax : (86)21-6235-1346
<b>GUANGZHOU OFFICE</b> 广州办事处	JFE Consulting (Guangzhou) Co., Ltd. (杰富意(广州)咨询有限公司) / JFE Steel Corporation, Guangzhou Office Room 3901, Citic Plaza, 233 Tian He North Road, Guangzhou 510613, P.R.China 510613 中华人民共和国广州市天河区北路233号 中信广场3901室 Phone : (86)20-3891-2467 Fax : (86)20-3891-2469

**请顾客注意**

- 本商品目录记载的特性值等技术信息，除规格值以外，没有任何保证意义。
- 本商品目录记载的产品，根据使用目的、使用条件等，其性能、性质有时与记载内容会有所不同。
- 因错误使用本商品目录记载的技术信息等，而发生损害时，本公司概不负责。