

**⚠️ 重要なお知らせ NOTICES**

1. 本製品を用いた部品の設計および設計した部品をシステムに適用される際は、仕様書に記載された弊社保証範囲内でご使用いただくものとし、保証範囲外ではご使用しないでください。本製品を、保証範囲を超えてご使用された場合の故障および事故につきましては、弊社はその責を負いません。また保証範囲内のご使用であっても、本製品の動作が原因でご使用機器が人身事故、火災事故、その他の拡大損害を生じないようにフェールセーフ等のシステム上の対策を講じてください。
2. 本製品は一般電子機器（事務機器、通信機器、計測機器、家電製品等）に使用されることを意図しており、宇宙・航空原子力・燃焼制御・運輸・交通・各種安全装置・ライフサポート関連の医療機器のように、特別な品質や信頼性が要求され、その故障や誤動作が人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす可能性のある用途における性能や安全性の確認はなされておられません。上記用途での使用に際しては、十分に安全性をご確認の上、本製品の動作が原因でご使用機器が人身事故、火災事故、その他の拡大損害を生じないようにフェールセーフ等のシステム上の対策を講じてください。
3. 本製品は脆性材料であり、割れ欠けが発生する恐れがあります。また、本製品は衝撃によりインダクタンスが変化したり、強力な磁石などで一度磁化させると所定の特性が得られないことがあります。取り扱いには充分ご注意ください。
4. 弊社は、上記設計上の問題に起因する拡大損害に関しましては一切責任を負いません。
5. 本書に示された製品および製品仕様は予告無く変更される場合があります。最終的な設計、ご購入、ご使用に際しましては、事前に最新のカatalog、技術資料または仕様書をお求めになりご確認ください。
6. 本書は、弊社もしくは第三者の特許権、著作権、商標権、その他の知的所有権等の権利に関する保証または実施権の許諾を行うものではありません。また、本書に記載された情報を使用したことにより第三者の知的所有権等の権利に関わる問題が生じた場合、弊社はその責を負いません。
7. 本書に記載された製品についてのお問合せ、ご相談は、下記のパワーエレクトロニクス統括部までお願いします。

1. When designing a component using this product and applying the designed components in any system, use this product only in the guaranteed range specified by Proterial, Ltd. Do not use the product beyond guaranteed values specified by Proterial, Ltd. Proterial, Ltd. will not be responsible for any damage or accident when this product is used beyond guaranteed values specified by Proterial, Ltd. Even when the product is used within the specification given by Proterial, take appropriate measures for system, such as failsafe, to avoid any accident resulting in any bodily injury and/or property damage. It is the responsibility of a user to take such measures.
2. These products are designed to be used for general electronic devices (e.g. office machinery, communication devices, measurement devices, household appliances, etc.). Performance and safety of this product for applications in the special fields which require particularly high reliability and quality, and whose application is potentially life threatening or could lead to physical harm in the event of malfunction is not confirmed. Such fields may include: space science, aviation, nuclear energy, combustion control, transportation, safety devices and medical equipment. Be sure to examine the performance and safety when the product is used for these applications, and take appropriate measures for system, such as failsafe, to avoid any accident resulting in any bodily injury and/or property damage. It is the responsibility of a user to take such measures.
3. These products are brittle materials and therefore may cause cracking and/or chipping. The parameters such as inductance may change caused by impact, and the products may not achieve proper magnetic characteristics once magnetized by strong magnet, etc. Please handle with care.
4. In no event shall Proterial, Ltd. be responsible for any claim, loss or damages caused by defect in design by the user.
5. The products and their specifications are subject to change without notice. Please check the latest catalog, technical documents or specifications before your final design, procurement or use of the products.
6. No warranty, right or license in connection with any patent, trademark, copyright, or any other intellectual property right shall be, expressly or impliedly, given or granted to any party by Proterial, Ltd. under this catalog.
7. Please contact with Power Electronics Materials Business Unit, Proterial, Ltd., for any inquiry.

株式会社プロテリアル

WEBサイトは  
コチラから



機能部材事業本部  
パワーエレクトロニクス統括部

本社 〒135-0061 東京都江東区豊洲5-6-36 豊洲プライムスクエア

Advanced Components and Materials Division  
Power Electronics Materials Business Unit

Head Office Toyosu Prime Squire, 5-6-36 Toyosu, Koto-ku,  
Tokyo 135-0061, Japan

北米 North America

**Proterial America, Ltd.**

Chicago Office 85W, Algonquin Road Suite 400 Arlington Heights,  
IL60005-4142, U.S.A.  
Tel: +1-847-364-7200 Fax: +1-847-364-7279

欧州 Europe

**Proterial Europe GmbH**

Head Office Immermannstrasse 14-16, 40210 Duesseldorf, Germany  
Tel: +49-211-16009-0 Fax: +49-211-16009-29  
Milano Branch Office Via Modigliani 45, 20090 Segrate, Milano, Italy  
Tel: +39-02-7530188/7532613/7533782  
Fax: +39-02-7532558

アジア Asia

**Proterial Hong Kong Ltd.**

Suites 706-11, 7th Floor, South Tower,  
World Finance Centre, Harbour City, Tsimshatsui,  
Kowloon, Hong Kong  
Tel: +852-2724-4183

**Proterial (Shanghai), Ltd.**

Room 1501, T1 of Raffles City, No.1133,  
Chingning Road Shanghai, 200051, P.R.China  
Tel: +86-21-3366-3000

**Proterial Taiwan, Ltd.**

Taipei Branch Office  
11F, No.9 Xiangyang Road, Zhongzheng Dist.,  
Taipei, Taiwan  
Tel: +886-2-2311-2777 Fax: +886-2-2381-5210

本書の一部または全部を、弊社の文書による承認無しに転載または複製することを固くお断りいたします。

Do not duplicate any part of this catalog without written permission from Proterial, Ltd.

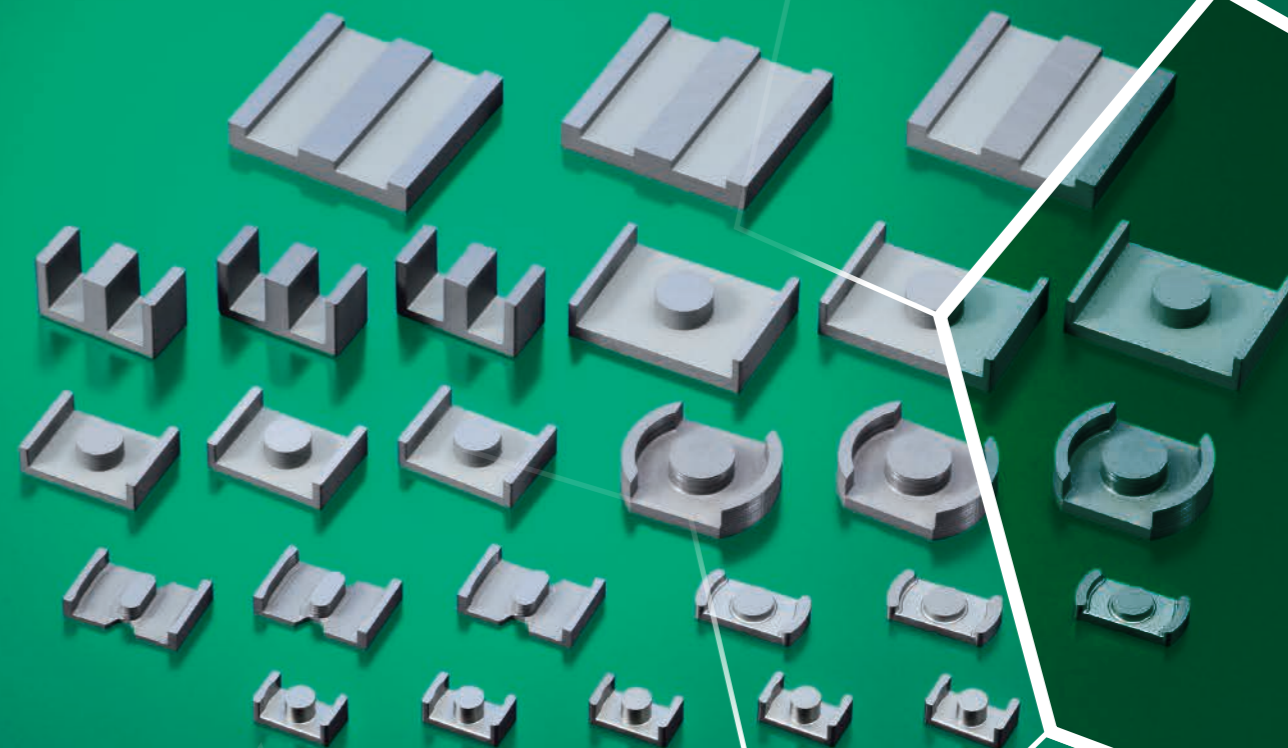
**MaDC-F®**

Mn-Zn系 高周波電源用ソフトフェライトコア MaDC-F® (マードック-F)  
Mn-Zn soft ferrite cores for high frequency power supplies MaDC-F™

**ML27D** 300 kHz~500 kHzのコア損失を低減  
Low core loss at the frequency 300 kHz to 500 kHz

**ML95S** 500 kHz~1 MHzのコア損失を低減  
Low core loss at the frequency 500 kHz to 1 MHz

**ML91S** 1 MHz~3 MHzのコア損失を低減  
Low core loss at the frequency 1 MHz to 3 MHz



株式会社プロテリアル  
**Proterial, Ltd.**

## 磁区制御技術を用い、高周波駆動時のコア損失を低減

Core loss reduction at high frequency operation using magnetic domain control technology

### MaDC<sup>®</sup> (Magnetic Domain Controlled) とは？

プロテリアルは、アモルファス合金、ナノ結晶合金ファインメット<sup>®</sup>などの金属軟磁性材料から、ソフトフェライトにいたる幅広い軟磁性材料を有し、駆動周波数、回路方式、出力容量に応じた最適な材料を提案してまいりました。

ネットワーク機器や車載用電源のさらなる小型化・高効率化のため、高周波駆動に適したGa<sub>N</sub>(窒化ガリウム)などの次世代パワー半導体デバイスを用いた電源が普及し始め、高周波駆動に対応可能なトランス、インダクター用コアおよびコア材料が求められています。

この課題に対し、当社は高周波駆動時のコア損失を一軸異方性の制御や磁区細分化などの磁区動作を制御することで低減することに成功。

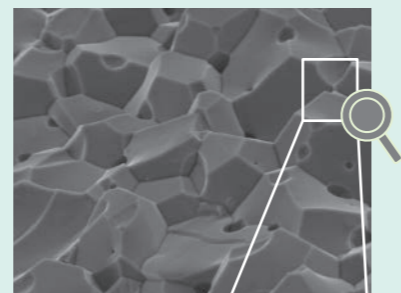
磁区制御技術を適用した新材料を、磁区制御の語源となるMagnetic Domain Controlledより、「MaDC<sup>®</sup>(マードック)」と命名し、シリーズ化しました。

Proterial, Ltd. produces various types of soft magnetic materials including soft ferrite, amorphous alloy and nanocrystalline alloy FINMET<sup>®</sup>, and have been suggesting the most suitable materials for operating frequency, circuit system and output capacity, etc..

As power supplies for network system equipment and automotive have been required further downsizing and higher efficiency, power supplies using the next generation power semiconductor devices such as GaN (gallium nitride) efficient for high frequency operation have become more practical and available. Under this trend, magnetic cores and materials for transformers and inductors which can adapt such high frequency operation devices are desired.

Proterial, Ltd. make **Magnetic Domain Controlled** technology (which derive the series name "MaDC<sup>®</sup>" from), and realize low core loss materials by controlling uniaxial magnetic anisotropy and/ or domain refinement.

フェライト焼結体断面イメージ図  
Image of Fracture Surface in Sintered Ferrite



フェライト磁区観察イメージ図  
Image of Magnetic Domain in Sintered Ferrite



## INDEX >>>

02 MaDC-F<sup>®</sup> シリーズについて  
About MaDC-F<sup>TM</sup>

03 MaDC-F<sup>®</sup> ML27D  
MaDC-F<sup>TM</sup> ML27D

05 MaDC-F<sup>®</sup> ML95S  
MaDC-F<sup>TM</sup> ML95S

07 MaDC-F<sup>®</sup> ML91S  
MaDC-F<sup>TM</sup> ML91S

## Mn-Zn系 高周波電源用ソフトフェライトコア

Mn-Zn soft ferrite cores for high frequency power supplies



### 磁区制御技術を用い、 高周波駆動時のコア損失を低減した 高性能フェライトコア材料「MaDC-F<sup>®</sup>シリーズ」

主組成配合比の適正化、温度特性の改善を可能とする微量添加成分の探索・適正化、さらに、ヒステリシス損失と渦電流損失の解析に基づいた焼成プロセスの適正化と独自の熱処理技術を組み合わせることで「MaDC<sup>®</sup>」の語源となる磁区制御(Magnetic Domain Control)を行い、低コア損失化を実現しました。

高周波領域で、当社従来材比約3割から9割低コア損失のML27D、ML95S、ML91S材をシリーズ化。

数百kHzから数MHzでご用途に合わせてお選びいただけます。



MADC-F<sup>TM</sup> series have realized high-performance low core loss ferrite cores in high frequency operation using magnetic domain control technology.

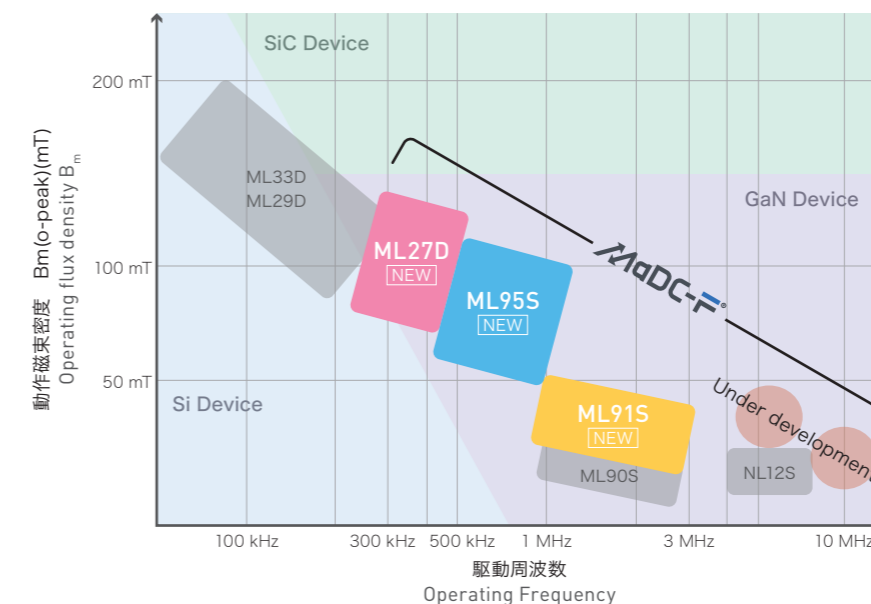
With optimization of main compounds mixing ratio and trace additive elements, and combination of sintering process based on hysteresis analysis and eddy current loss analysis and the original annealing technique, we make Magnetic Domain Control (which derive the name "MaDC<sup>TM</sup>" from), and realize low core loss ferrite materials.

ML27D, ML95S and ML91S materials have low core loss from approximately 30% to 90% at our conventional material ratio in the high frequency region.

Allows you to chose desired ferrite material in particular frequency region between hundreds kHz and MHz according to your application.

### 従来材の特性を超えるMaDC-F<sup>®</sup>シリーズ MaDC-F<sup>TM</sup> series, superior to conventional materials

動作磁束密度と駆動周波数の関係  
Relationship between operating flux density and operating frequency



#### 適用 Applications

##### 各種トランス、インダクター

- 車載
- データセンター
- サーバー
- 通信
- 民生機器

##### Transformer and Inductor for

- ・Automotive
- ・Data center
- ・Server
- ・Telecommunication
- ・Consumer equipment

# ML27D

## 周波数300 kHz ~ 500 kHzにおいて幅広い温度範囲で低損失

Low core loss at frequency 300 kHz to 500 kHz with wide temperature range.

### 材質基本特性 Material Characteristics

Initial permeability	$\mu_i$		23 °C	2600	
Saturation magnetic flux density at 1000A/m	$B_s$	(mT)	23 °C	520	
			100 °C	410	
Core loss volume density at 300 kHz 100 mT	$P_{cv}$	(kW/m <sup>3</sup> )	23 °C	220	
			60 °C	210	
			100 °C	250	
Relative loss factor	100 kHz	$\tan \delta / \mu_i$	( $\times 10^{-6}$ )	23 °C	4
Curie temperature		$T_c$	(°C)		240
Electrical resistivity		$\rho$	( $\Omega$ -m)	23 °C	10
Density		$d_s$	(kg/m <sup>3</sup> )	23 °C	$4.8 \times 10^3$

### ML27D データシート ML27D Data sheet

Frequency range: 250-500 kHz / 500-1000 kHz

Core loss formula

$$P_{cv} = k \cdot B_m^\alpha \cdot f^\beta$$

$P_{cv}$ : Core loss (kW/m<sup>3</sup>)

f: Frequency (Hz)

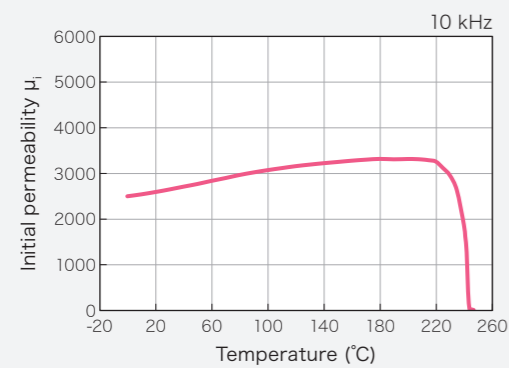
$B_m$ : Magnetic flux density (T)

k: Coefficient

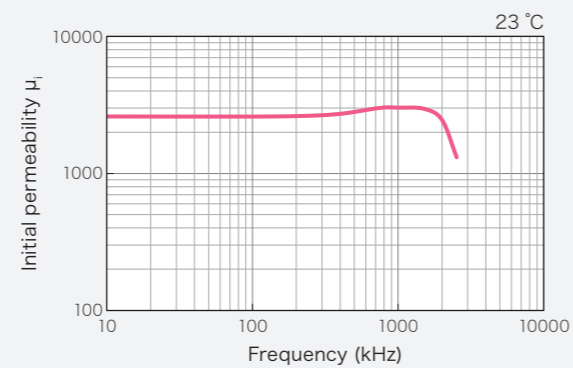
$\alpha, \beta$ : Exponent

Frequency (kHz)	Temperature (°C)	k	$\alpha$	$\beta$
250-500	23	1.324E-05	2.622	1.800
	100	8.604E-08	2.688	2.220
500-1000	23	2.011E-09	2.405	2.426
	100	3.725E-09	2.382	2.397

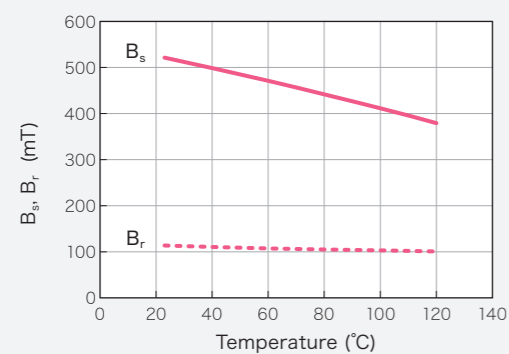
#### 透磁率の温度特性 Temperature dependence of initial permeability



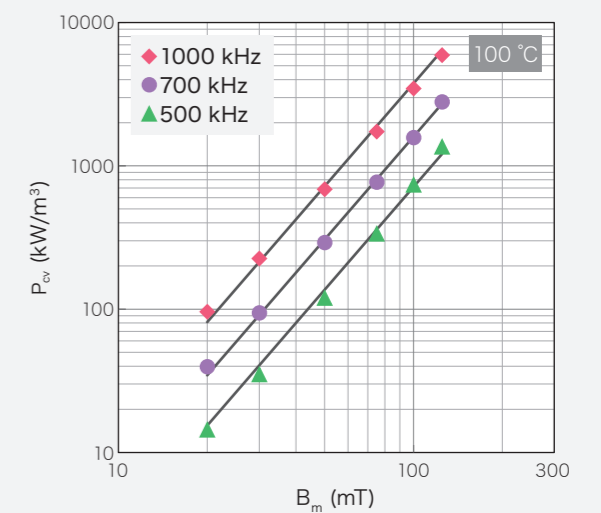
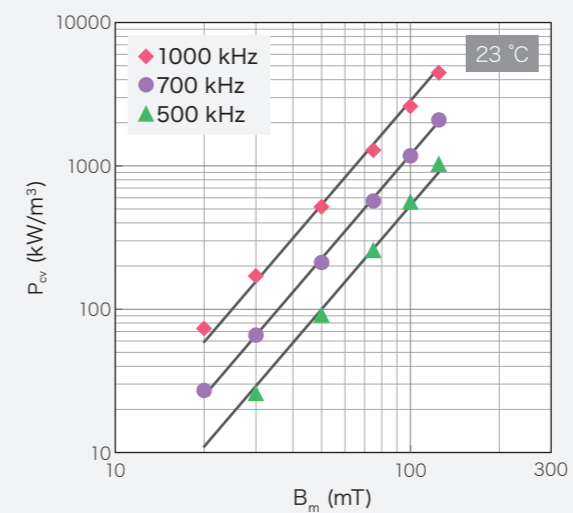
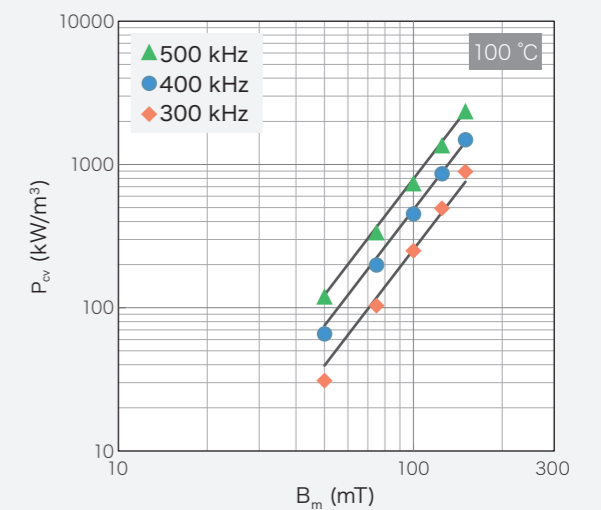
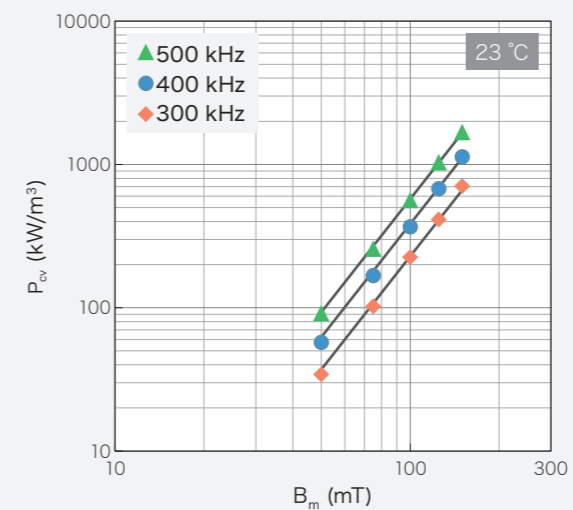
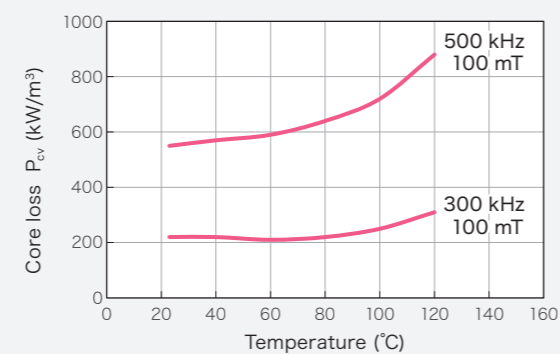
#### 透磁率の周波数特性 Frequency dependence of initial permeability



#### 飽和磁束密度の温度特性 Temperature dependence of magnetic flux density



#### 磁心損失の温度特性 Temperature dependence of core loss



# ML95S

## 周波数500 kHz ~ 1 MHzにおいて低損失

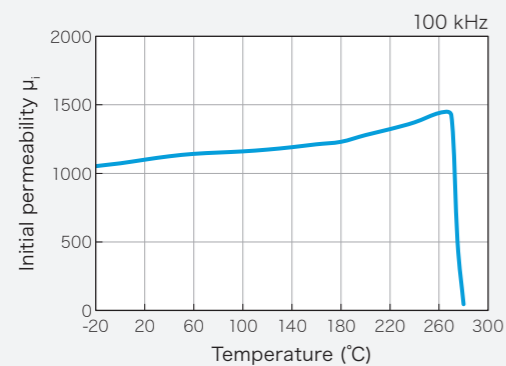
Low core loss at frequency 500 kHz to 1 MHz.

### 材質基本特性 Material Characteristics

Initial permeability	$\mu_i$		23 °C	1100	
Saturation magnetic flux density at 1000A/m	$B_s$	(mT)	23 °C	530	
			100 °C	430	
Core loss volume density at 1 MHz 75 mT	$P_{cv}$	(kW/m <sup>3</sup> )	23 °C	700	
			60 °C	650	
			100 °C	1000	
Relative loss factor	1 MHz	$\tan\delta/\mu_i$	( $\times 10^{-6}$ )	23 °C	8.0
Curie temperature		$T_C$	(°C)		280
Electrical resistivity		$\rho$	( $\Omega\cdot m$ )	23 °C	8
Density		$d_s$	(kg/m <sup>3</sup> )	23 °C	$4.85 \times 10^3$

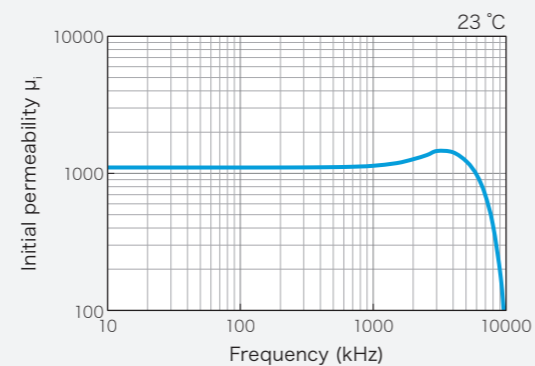
#### 透磁率の温度特性

Temperature dependence of initial permeability



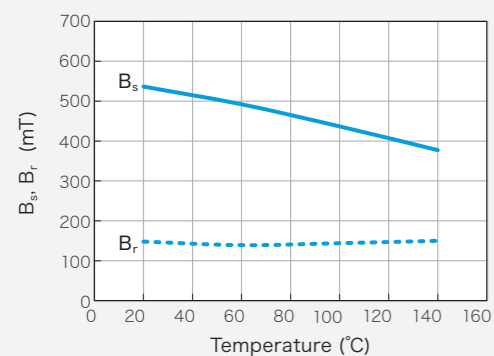
#### 透磁率の周波数特性

Frequency dependence of initial permeability



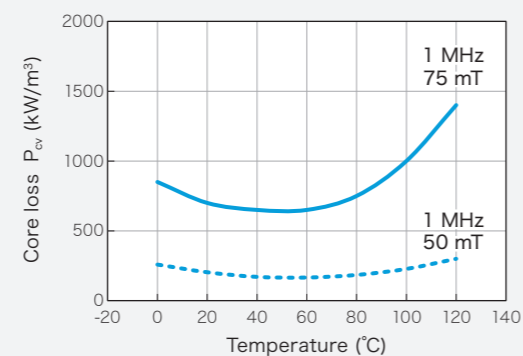
#### 飽和磁束密度の温度特性

Temperature dependence of magnetic flux density



#### 磁心損失の温度特性

Temperature dependence of core loss



### ML95S データシート ML95S Data sheet

Frequency range: 500-1000 kHz / 1000-3000 kHz

Core loss formula

$$P_{cv} = k \cdot B_m^\alpha \cdot f^\beta$$

$P_{cv}$ : Core loss (kW/m<sup>3</sup>)

$f$ : Frequency (Hz)

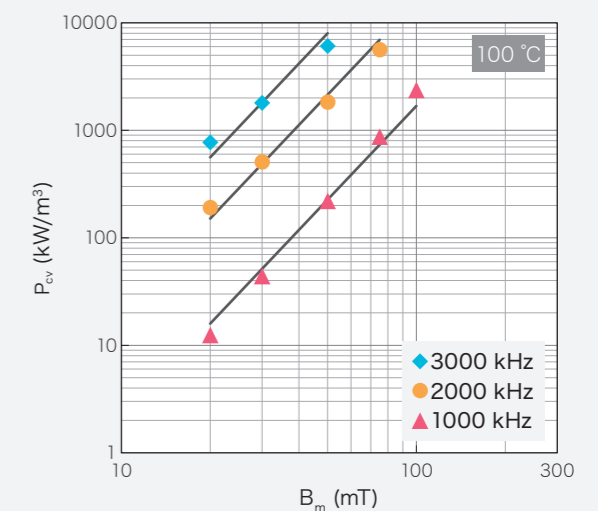
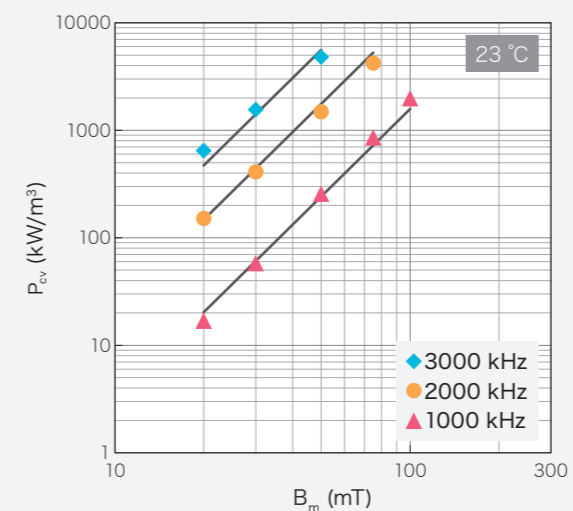
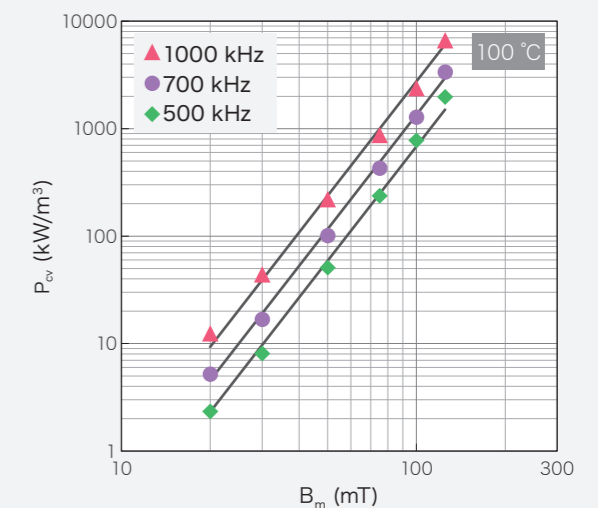
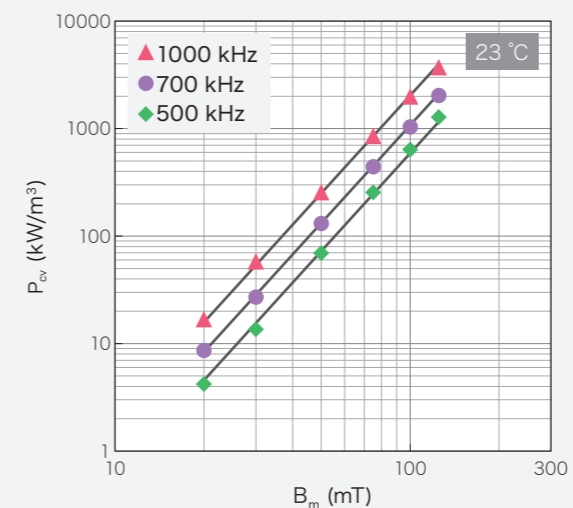
$B_m$ : Magnetic flux density (T)

$k$ : Coefficient

$\alpha, \beta$ : Exponent

Frequency (kHz)	Temperature (°C)	k	$\alpha$	$\beta$
500-1000	23	4.098E-05	3.020	1.786
	100	8.090E-06	3.536	2.011
1000-3000	23	5.653E-12	2.705	2.859
	100	4.563E-14	2.898	3.244

\*Toroidal core: OD 14mm, ID 7mm, HT 5mm



# ML91S



## 周波数1 MHz ~ 3 MHzにおいて低損失

Low core loss at frequency 1MHz to 3MHz.

### 材質基本特性 Material Characteristics

Initial permeability	$\mu_i$		23 °C	900	
Saturation magnetic flux density at 1000A/m	$B_s$	(mT)	23 °C	530	
			100 °C	430	
Core loss volume density at 2 MHz 50 mT	$P_{cv}$	(kW/m <sup>3</sup> )	23 °C	500	
			60 °C	450	
			100 °C	700	
Relative loss factor	1 MHz	$\tan\delta/\mu_i$	( $\times 10^{-6}$ )	23 °C	6.0
Curie temperature		$T_c$	(°C)		280
Electrical resistivity		$\rho$	( $\Omega\cdot m$ )	23 °C	8
Density		$d_s$	(kg/m <sup>3</sup> )	23 °C	$4.85 \times 10^3$

### ML91S データシート ML91S Data sheet

Frequency range: 500~1000 kHz / 1000~3000 kHz

Core loss formula

$$P_{cv} = k \cdot B_m^\alpha \cdot f^\beta$$

$P_{cv}$ : Core loss (kW/m<sup>3</sup>)

$f$ : Frequency (Hz)

$B_m$ : Magnetic flux density (T)

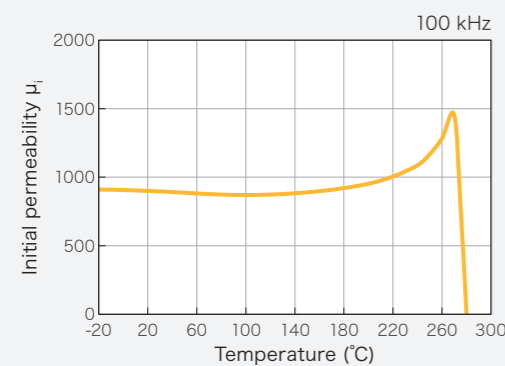
$k$ : Coefficient

$\alpha, \beta$ : Exponent

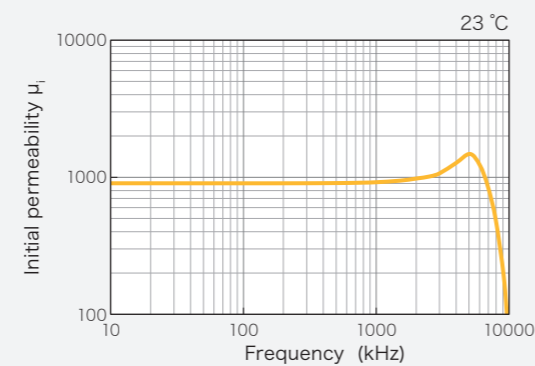
Frequency (kHz)	Temperature (°C)	k	$\alpha$	$\beta$
500-1000	23	6.490E-06	3.335	1.938
	100	2.022E-07	3.553	2.241
1000-3000	23	4.109E-10	2.929	2.533
	100	2.067E-11	3.077	2.784

\*Toroidal core: OD 14mm, ID 7mm, HT 5mm

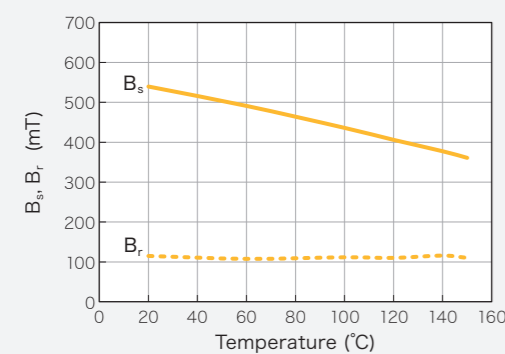
#### 透磁率の温度特性 Temperature dependence of initial permeability



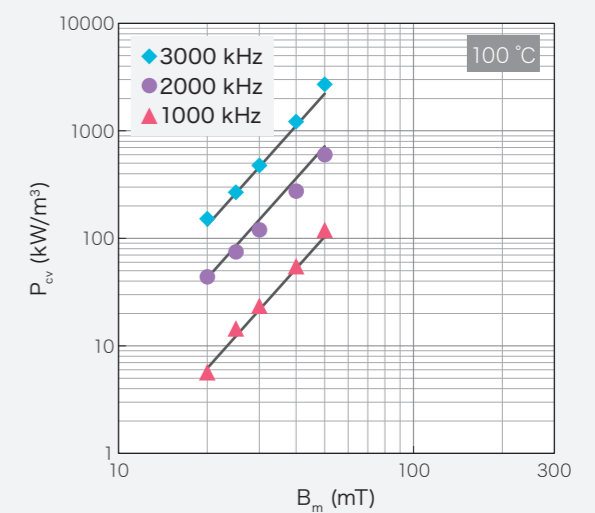
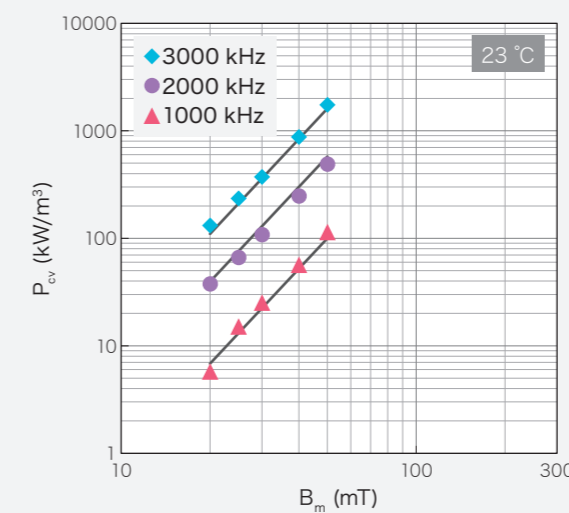
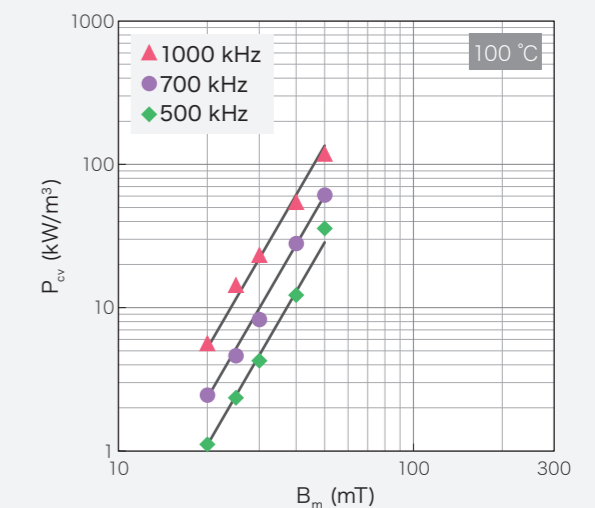
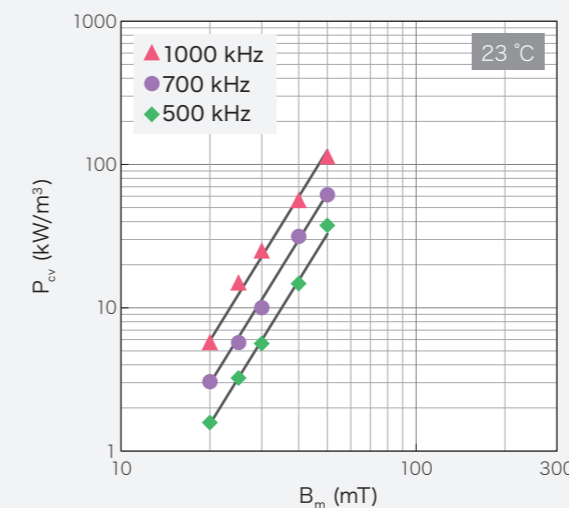
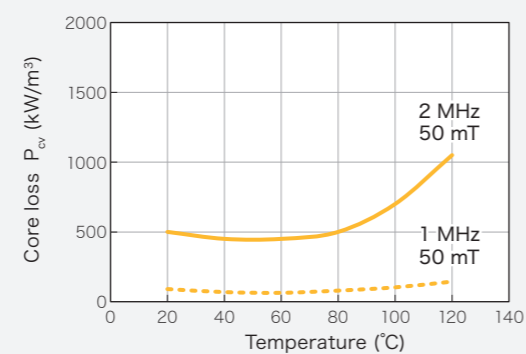
#### 透磁率の周波数特性 Frequency dependence of initial permeability



#### 飽和磁束密度の温度特性 Temperature dependence of magnetic flux density



#### 磁心損失の温度特性 Temperature dependence of core loss



ML91Sに関する設計上のご注意: インダクタ、トランスを設計する際、磁心に発生する $B_m$ は50mT以下で設計をお願いします。

Notice for Design: Transformer or Inductor using ML91S shall be designed under the condition of magnetic flux density,  $B_m$ , less than 50mT.

製品を正しく、安全にご使用いただくために、詳細な特性・使用をご確認いただける仕様書をご請求ください。当カタログの記載内容は、改良その他により予告なく変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。 For safety and the proper usage, you are requested to approve our product specifications or to transact the approval sheet for product specifications before ordering. This catalog and its contents are subject to change without notice.

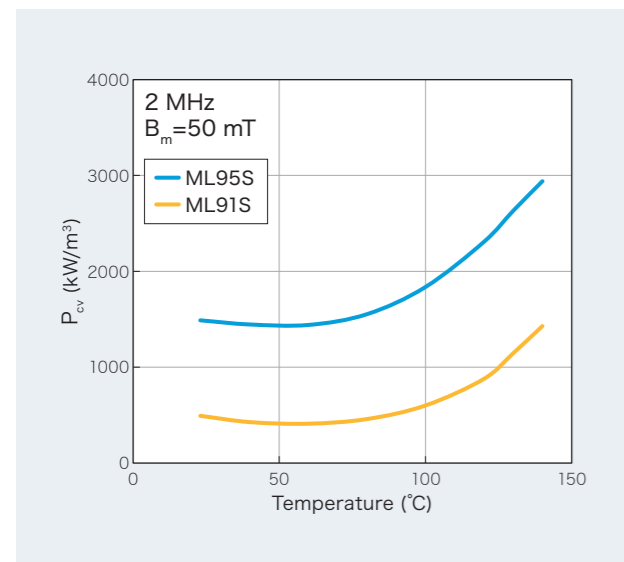
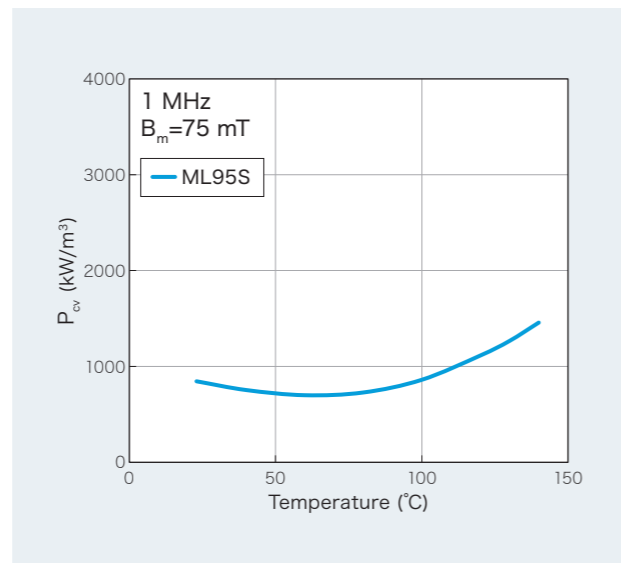
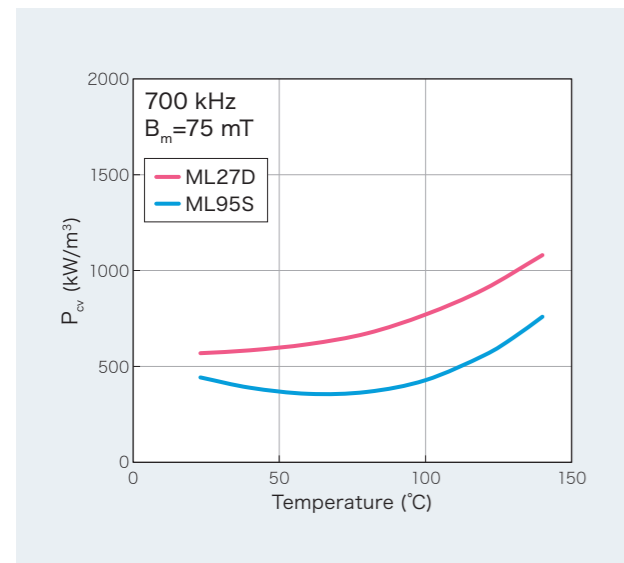
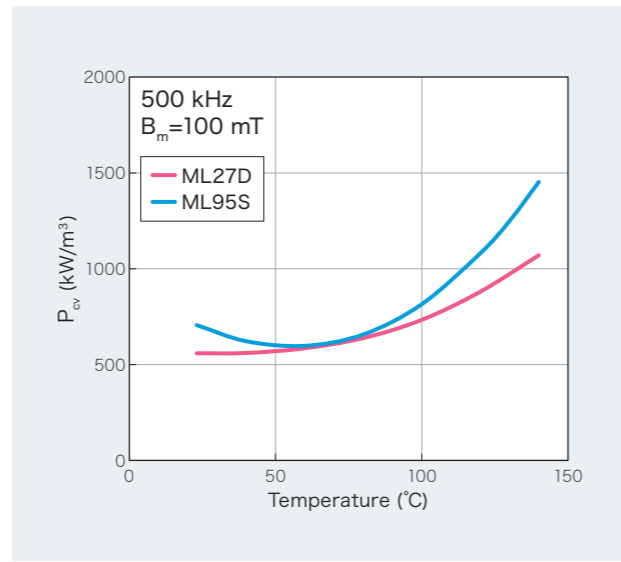
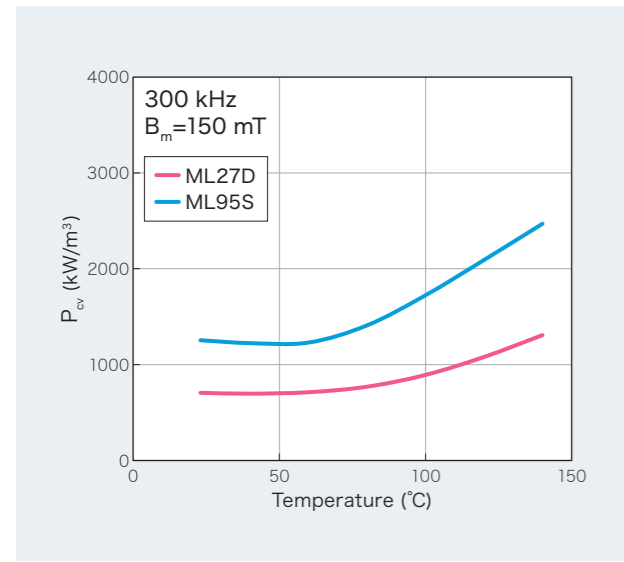
ML91Sに関する設計上のご注意: インダクタ、トランスを設計する際、磁心に発生する $B_m$ は50mT以下で設計をお願いします。

Notice for Design: Transformer or Inductor using ML91S shall be designed under the condition of magnetic flux density,  $B_m$ , less than 50mT.

製品を正しく、安全にご使用いただくために、詳細な特性・使用をご確認いただける仕様書をご請求ください。当カタログの記載内容は、改良その他により予告なく変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。 For safety and the proper usage, you are requested to approve our product specifications or to transact the approval sheet for product specifications before ordering. This catalog and its contents are subject to change without notice.

# MaDC-F® Series Core loss Data sheet

コアロスの温度特性 Temperature dependence of core loss



ML91Sに関する設計上のご注意: インダクタ、トランスを設計する際、磁心に発生するB<sub>m</sub>は50mT以下で設計をお願いします。

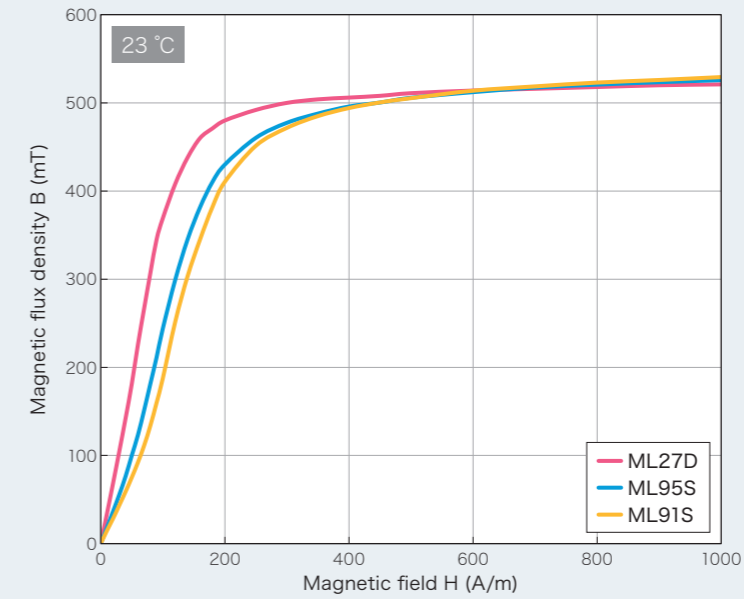
Notice for Design: Transformer or Inductor using ML91S shall be designed under the condition of magnetic flux density, B<sub>m</sub>, less than 50mT.

製品を正しく、安全にご使用いただくために、詳細な特性・使用をご確認いただける仕様書をご請求ください。当カタログの記載内容は、改良その他により予告なく変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。  
For safety and the proper usage, you are requested to approve our product specifications or to transact the approval sheet for product specifications before ordering.  
This catalog and its contents are subject to change without notice.

# MaDC-F® Series B-H Data sheet

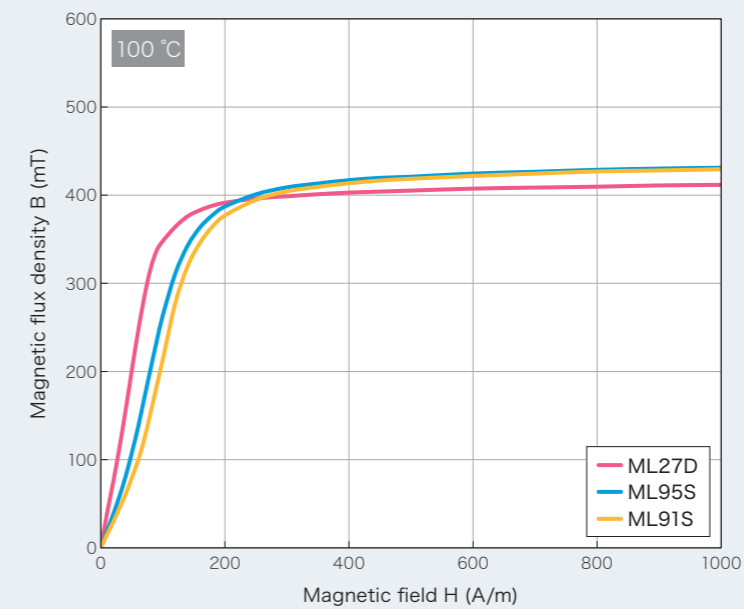
B-Hデータ B-H data

B-H at 23 °C



H (A/m)	ML27D	ML95S	ML91S
	B (mT)		
0	0	0	0
10	34	18	15
20	69	37	29
30	105	56	44
40	142	76	59
50	181	100	75
60	226	123	92
70	267	152	111
80	307	181	134
90	345	211	160
100	369	244	187
120	408	299	251
140	438	345	303
160	460	382	345
180	471	410	382
200	480	430	410
250	492	460	451
300	500	477	472
350	504	488	485
400	506	496	494
450	508	500	500
500	511	506	505
600	514	512	514
700	516	517	519
800	518	521	523
900	520	524	526
1000	521	526	529

B-H at 100 °C



H (A/m)	ML27D	ML95S	ML91S
	B (mT)		
0	0	0	0
10	39	19	15
20	75	38	29
30	114	58	45
40	156	81	61
50	201	108	79
60	245	137	99
70	284	170	123
80	316	202	153
90	337	234	183
100	348	264	214
120	364	311	277
140	376	343	320
160	383	364	346
180	388	377	364
200	391	387	377
250	396	401	395
300	399	409	404
350	401	413	409
400	403	417	413
450	404	420	417
500	405	421	419
600	407	424	422
700	409	426	424
800	410	429	427
900	411	430	428
1000	412	431	429

製品を正しく、安全にご使用いただくために、詳細な特性・使用をご確認いただける仕様書をご請求ください。当カタログの記載内容は、改良その他により予告なく変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。  
For safety and the proper usage, you are requested to approve our product specifications or to transact the approval sheet for product specifications before ordering.  
This catalog and its contents are subject to change without notice.