

## スピーカー用磁性流体一覧表

Ferrofluids for Loudspeaker application

スタンダードモデル  
STANDARD MODEL

★低価格でありながら優れた性能。  
Low price and good quality.

Product Name	Saturation Magnetization	Viscosity @27°C	Product Name	Saturation Magnetization	Viscosity @27°C
APG 1110	11.0 mT	100 mPa·s	APG 1132	22.0 mT	200 mPa·s
APG 1112	11.0 mT	200 mPa·s	APG 1133	22.0 mT	500 mPa·s
APG 1114	11.0 mT	500 mPa·s	APG 1134	22.0 mT	1,000 mPa·s
APG 1115	11.0 mT	1,000 mPa·s	APG 1135	22.0 mT	1,500 mPa·s
APG 1116	11.0 mT	1,500 mPa·s	APG 1136	22.0 mT	2,000 mPa·s
APG 1117	11.0 mT	2,000 mPa·s	APG 1136.3	22.0 mT	3,000 mPa·s
APG 1117.3	11.0 mT	3,000 mPa·s	APG 1140	22.0 mT	4,000 mPa·s
APG 1120	11.0 mT	4,000 mPa·s	APG 1141	22.0 mT	5,000 mPa·s
APG 1117.5	11.0 mT	5,000 mPa·s	APG 1142	22.0 mT	10,000 mPa·s
APG 1117.10	11.0 mT	10,000 mPa·s			

ハイグレードモデル  
HIGH GRADE MODEL

★お求めやすい価格であるとともに、従来品のAPG1100シリーズよりも高信頼性を実現。  
Reasonable price and higher reliability than APG1100 series.

Product Name	Saturation Magnetization	Viscosity @27°C	Product Name	Saturation Magnetization	Viscosity @27°C
REN 1020	11.0 mT	200 mPa·s	REN 2050	22.0 mT	500 mPa·s
REN 1050	11.0 mT	500 mPa·s	REN 2100	22.0 mT	1,000 mPa·s
REN 1100	11.0 mT	1,000 mPa·s	REN 2150	22.0 mT	1,500 mPa·s
REN 1150	11.0 mT	1,500 mPa·s	REN 2200	22.0 mT	2,000 mPa·s
REN 1200	11.0 mT	2,000 mPa·s	REN 2300	22.0 mT	3,500 mPa·s
REN 1300	11.0 mT	3,000 mPa·s	REN 2400	22.0 mT	4,000 mPa·s
REN 1400	11.0 mT	4,000 mPa·s	REN 2600	22.0 mT	6,000 mPa·s
REN 1600	11.0 mT	6,000 mPa·s			

株式会社フェローテック

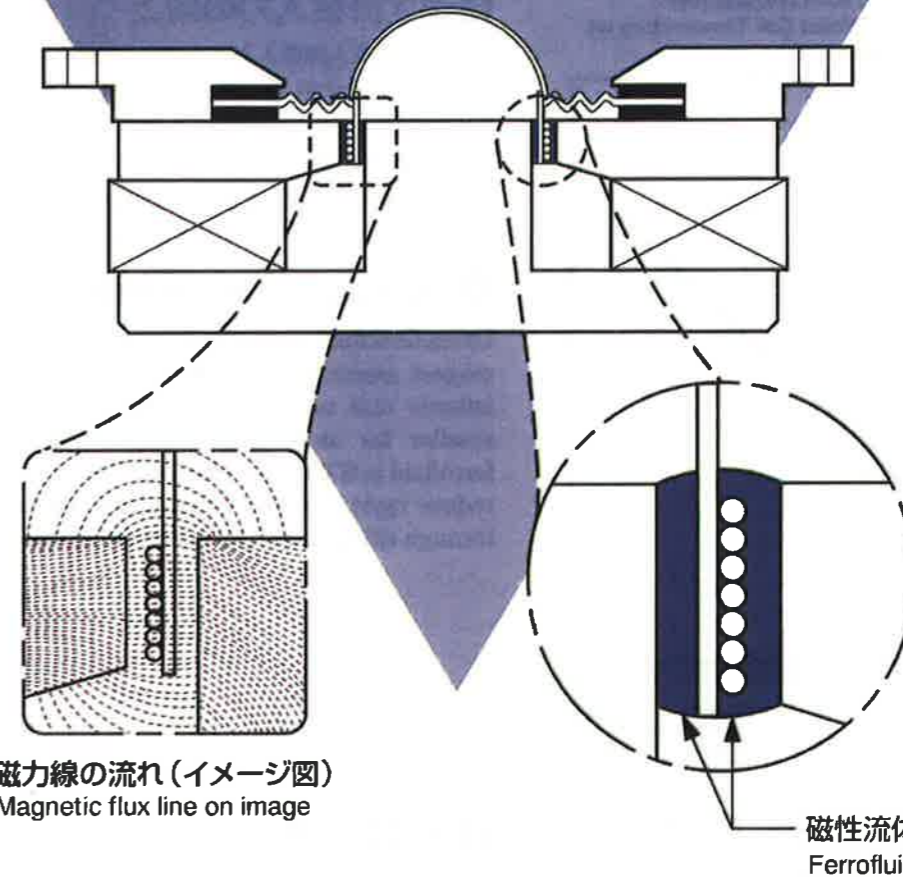
ホームページアドレス <http://www.ferrotec.co.jp/>

Ferrotec Corporation

## 磁性流体のスピーカーへの応用 Enhancing Loudspeaker Performance with Ferrofluid

微量の磁性流体を使用することにより、スピーカー各種の性能が向上し、更にシステムコストの低減が可能です。

Ferrotec Corporation, a leader in ferrofluid technology has provided a variety of ferrofluid since 1980 to the loudspeaker industry. Our products have provided significant benefits in applications of various types of speaker drivers.



NASAで開発され、当社により実用化されたスピーカー用磁性流体は、平均直径約100Åの超微粒子酸化鉄(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)を、コロイド状に均一分散させた液体です。また磁性流体は、液状でありながら、磁気回路中に於て完全に磁化し、磁気ギャップ部に保持されます。この磁性流体を、図のようにスピーカーの磁気ギャップ部に注入することにより、いろいろな良い効果が得られます。

### WHAT IS FERROFLUID?

Ferrofluid is stable colloidal suspensions of sub-micron size magnetic particles in a carrier liquid. They can be precisely positioned and controlled by an external magnetic field. Ferrofluid is oil-like in texture, dark in color, and have extremely low volatility. For audio applications, they are characterized by two physical parameters, saturation magnetization (unit:kA/m) and viscosity (unit:mPa·s).

FerroTec

# 磁性流体充填による効果

磁性流体を充填したスピーカーを従来のスピーカーと比較すると、次のような良い効果が得られます。

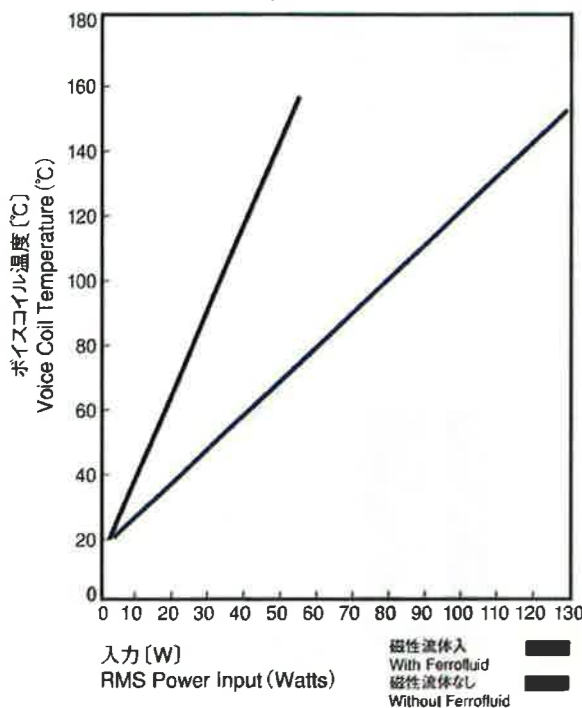
1. 最大許容入力の向上(放熱効果)
2. 周波数特性の改善(ダンピング効果)
3. システムコストの低減
4. 高調波歪の減少

# WHAT ARE THE BENEFITS OF USING FERROFLUID?

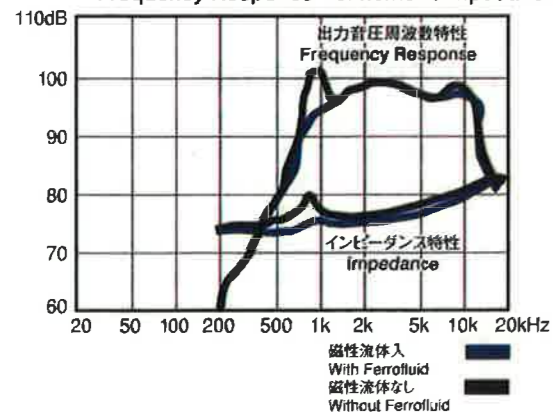
Speakers that use ferrofluid exhibit the following benefits when compared to speakers that do not use ferrofluid.

1. Increased Power Handling.
2. Frequency Response Refinement.
3. Reduced System Cost.
4. Reduction of Harmonic Distortion.

●入力に対するボイスコイルの温度特性  
Dependance of Voice Coil Temperature on RMS Power Input



●出力音圧周波数特性/インピーダンス特性  
Frequency Response Refinement/Impedance



## ①最大許容入力の向上

スピーカーの最大許容入力、ほとんどの場合ボイスコイルの耐熱特性により決定されていますが、空気の約6倍の熱伝導率を持つ磁性流体を使用することにより、ボイスコイルで発生した熱を効率よく磁気回路を通して外部へ逃がすことができるので、最大許容入力が従来の約2倍に向上します。また、ボイスコイル温度が低温に保たれる為、コイルの電気抵抗の上昇も防ぎます。

## ① Increased Power Handling

Using ferrofluid increases heat transfer from the voice coil to the magnet assembly. This increases power handling and reduces failures due to thermal transients. Ferrofluid make drivers smaller for same power output. As a thermal conductor, ferrofluid is 600% more efficient than air! These materials further reduce rapid changes of impedance due to temperature change through efficient thermal control.

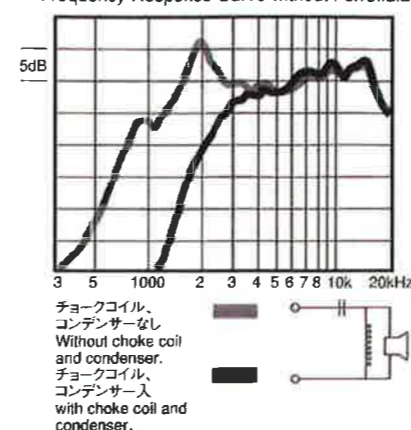
## ②周波数特性の改善

最低共振周波数  $f_0$  において、インピーダンスピークが存在する為、周波数特性を悪化させる原因となりますが、磁性流体の粘性によるダンピング効果によりQ値が低下し、インピーダンスピークを低く抑えることができ、周波数特性が改善されます。

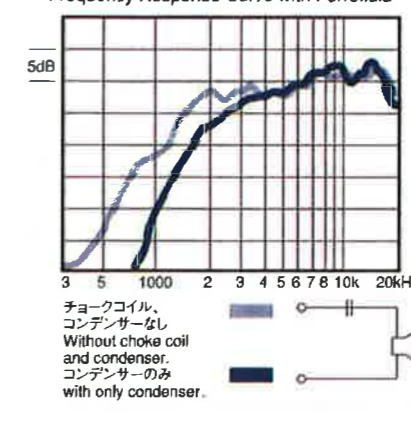
## ② Frequency Response Refinement

Unacceptable Frequency Response is caused by the substance of Impedance Peak at Lowest Resonance Frequency ( $f_0$ ). Ferrofluid with viscous damping can reduce Q value and impedance peak, and consequently improve Frequency Response.

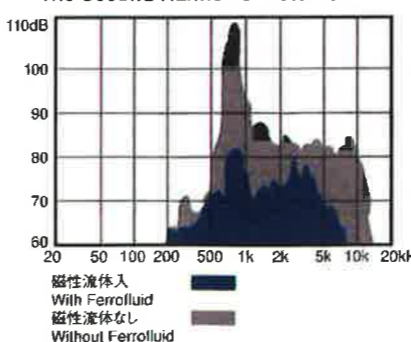
●出力音圧周波数特性 (磁性流体なし)  
Frequency Response Curve without Ferrofluid



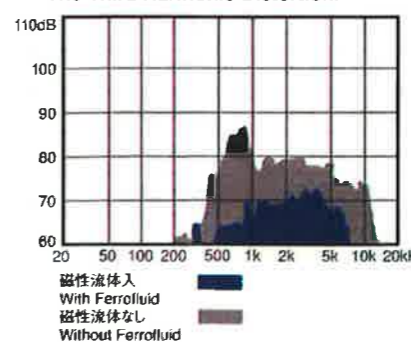
●出力音圧周波数特性 (磁性流体入)  
Frequency Response Curve with Ferrofluid



●第2次高調波歪率特性  
The Second Harmonic Distortion.



●第3次高調波歪率特性  
The Third Harmonic Distortion.



## ③システムコストの低減

磁性流体の使用により、周波数応答を改善できる為、中・高音域に於いてクロスオーバーネットワーク用のチョークコイルが不要となり、コンデンサーのみでスムーズなクロスオーバー特性が得られ、コストの低減につながります。

## ③ Reduced System Cost

Viscous damping of voice coil motion with ferrofluid reduces ringing, produces crisper transients, and may simplify the cross over network which includes elimination of Choke Coil.

## ④高調波歪の減少

磁性流体によるセンターリング効果は、ボイスコイルをギャップ部中央に安定させ、ボイスコイルとポールピースの摩擦による断線事故をなくします。更にダンピング効果との相乗作用により第2、第3次高調波歪を減少させることができます。

## ④ Reduction for Harmonic Distortion.

Ferrofluid with magnetic centering properties reduce rejects due to voice coil rubbing and can eliminate the need for spiders in cone-type drivers. Also, this can reduce the second and the third Harmonic Distortion by multiplication effect with viscous damping effect.

●使用上の注意

1. 使用接着剤の種類によっては磁性流体と不適合の場合がありますので、ご使用前に適合可能な接着剤であることをご確認ください。  
一般的にエポキシ樹脂、ホットメルト、変成アクリレート、ポリウレタン系接着剤は磁性流体と充分適合性が得られます。

2. ネビンを材質のうちコーティングを施していないクラフトペーパー等、繊維質のものは磁性流体を吸収します。アルミ、カプトン製等は最適です。

Note:

To get the best use of ferrofluid in these applications, attention should be paid the audio manufacturer to the compatibility of the ferrofluid with the materials that will come in contact with the fluid.

1. Most adhesives such as Epoxy, Hotmelt, Modified Acrylate and Polyurethane etc., and wire coverings are compatible with ferrofluid. However some types of adhesives are not compatible with some

ferrofluids. Please confirm compatibility with the ferrofluid prior to use.  
2. Voice coil bobbin made of uncoated craft paper or fiber will absorb ferrofluid. Aluminium and Kapton bobbin etc. will be the best choice for the material.