

人体曝露に関する磁界測定器の開発と関連規格

○中山 淳 渡辺英雄 峯村和孝 長沢広輝 宮島貞敬 (日置電機株式会社)

Development of a Magnetic Field Meter with regard to Human Exposure and Related Standards

* A. Nakayama, H. Watanabe, K. Minemura, H. Nagasawa, S. Miyajima (HIOKI E.E. Corporation)

Abstract— Respond to growing interest in electromagnetic human exposure, the guideline and the standards including the measurement methods have internationally been being developed. For home appliances, a European standard must be complied with to declare CE markings on them and export them to Europe. We have developed a magnetic field meter considering the guideline and the standards and we applied the standard method and the magnetic field meter to an induction heating rice cooker.

Key Words: Human Exposure, Magnetic Field, Standard, Time Domain Evaluation

1 はじめに

米国のWertheimerとLeeperが1979年に高圧線と小児ガンとの関連を報告¹⁾して以来、電磁界の人体への影響への関心が高まっている。300GHz以下の非電離放射線に関してはICNIRP(国際非電離放射線防護委員会)が1998年に確立された健康影響を根拠に、参考レベルとして電界および磁界のガイドラインを出している。²⁾

一方、IEC(国際電気標準会議)のTC106(第106技術委員会)では電磁界の人体曝露における測定方法や計算方法などについて規格化を始めており、ICNIRPガイドラインとIEC規格の両方を考慮する事で、電磁界の曝露について適切に評価できる環境が整えられつつある。

医療器、テレビなど一部を除く一般的な家電製品については国際規格IEC62233において、測定機器や家電製品ごとの測定条件などが明記されており、IEC62233に対応する欧州規格EN50366では、磁界のレベルが適合しないとCEを宣言できず、欧州に輸出できない規制につながっている。

そこで本稿では、IEC62233に記載されている時間領域評価が使える測定器(3470磁界測定器)を開発して、市販のIH(誘導加熱)炊飯器に対して規格に沿った測定をし、適合性について満足する事を確認した。

2 測定方法

2.1 IH 炊飯器の測定条件

IEC62233における測定条件では、家電製品の種類によってセンサの測定距離、測定位置、動作条件が異なっている。炊飯器ではそれぞれ、30cm、全周囲、水を半分入れて最大熱設定で、と測定条件が与えられている。

2.2 測定方法の種類

IEC62233に記載されている試験方法としては、時間領域評価、ラインスペクトラム評価、簡略化試験の3種類がある。簡略化試験は周波数が2kHz以下に限られるためIHでは使えない。ラインスペクトラム評価は測定された磁界について周波数成分を求め、それぞれの周波数成分についてユーザ側で係数をかけて実効値を求める方法であり、多点測定という点で難点がある。

時間領域評価は測定器側で適切なフィルタを用意することで、磁界の周波数依存性を正規化し、時間領域

にて測定器で求める事ができるため、多点の測定についてユーザの負担がない方法となっている。このため時間領域評価を試験のために採用した。

2.3 判定方法と判定レベル

ICNIRPガイドラインにおいては、磁界のレベルについては間接的に人体と磁界の最大結合時を参考レベルとして示し、直接的な制限は基本制限として人体が受ける電流密度やSAR、電力密度として示している。これに対応してIEC62233においては判定方法が複数存在する。適合性の判定方法は

- (1) 測定された磁界をそのまま利用 (結合係数=1)
- (2) 測定された磁界に結合係数(0~1)を適用
- (3) 人体に流れる誘導電流を計算

であり、上側がより単純な方法となる。適合性についてはどれか1つについて適合性を示せば良いが、非適合性については最終的に(3)の方法で非適合性を示さなければならない。

ここでは判定レベルについてはICNIRPの一般公衆で与えられる参考レベル(Fig.1)をIEC62233に従い、10Hzから400kHzまで適用した。また、磁界のレベルが大きくなかったため、(1)の結合係数=1とした場合の判定方法を用いた。

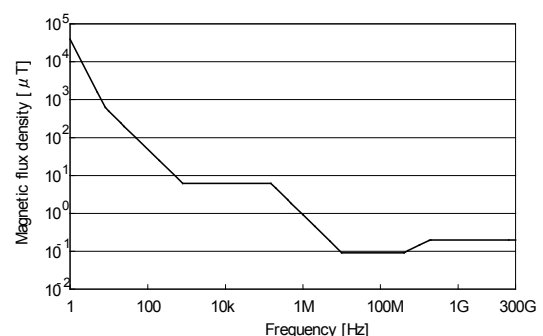


Fig. 1: Reference level for general public exposure to time varying magnetic field in the ICNIRP guideline 1998.

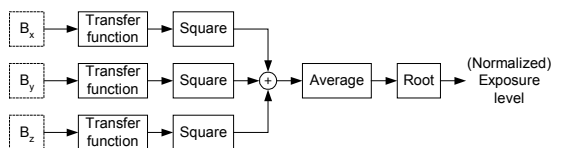
3 磁界測定器

3.1 信号処理の流れ

IEC62233で示されている時間領域評価における処理としてはFig. 2のようになる。すなわち、3軸の直交

する磁束密度を参考レベルの逆数のフィルタに入れて2乗和を求め、時間平均を取り実効値を求める。

実効値における評価という点でFig.3のような処理でもFig.2と同等となる。



NOTE The transfer function is inverse of the reference level in the ICNIRP guideline.

Fig. 2: Flowchart to obtain the exposure level in accordance with the time domain evaluation in IEC62233.

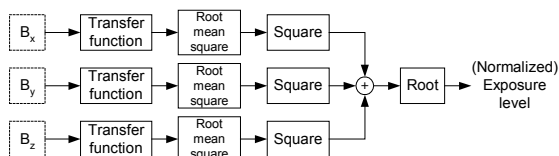


Fig. 3: Alternative flowchart in terms of root mean square.

3.2 時間領域評価用フィルタの周波数特性

磁界の周波数依存性を正規化する時間領域評価のためのフィルタはICNIRPガイドラインで与えられる一般公衆の参考レベルの逆数が周波数特性となる。磁束密度が $10\mu\text{T}$ の時の10Hzから1MHzにおける周波数特性はFig. 4のようになる。

こうした応答を持つフィルタはアンプを適切に組み合わせることで実現可能である。IEC62233では10Hzから400kHzまでとなっているため、400kHzを超える範囲ではFig. 4のように応答を減衰させた。

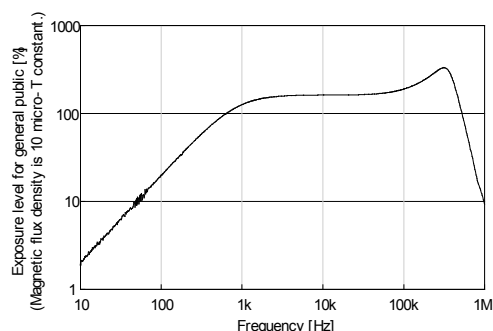


Fig. 4: Frequency characteristic of the filter of the time domain evaluation for the general public in the ICNIRP guideline 1998.

4 適合性試験

4.1 試験対象

試験対象としては市販のIH炊飯器を使った。IH炊飯器の代表的な仕様は次の通り：

定格: 1230W

炊飯容量: 1.0l (5.5合)

外形寸法: 26(W)×36(D)×22(H) cm

4.2 測定位置

IEC62233の中で測定位置は周囲となっているため、炊飯器中心から極座標系にて $\theta=0, 45, 90, 135, 180 [^\circ]$, $\phi=0, 45, 90, \dots, 315 [^\circ]$ について測定した。測定距離は炊飯器表面からセンサ表面までを30cmとした。

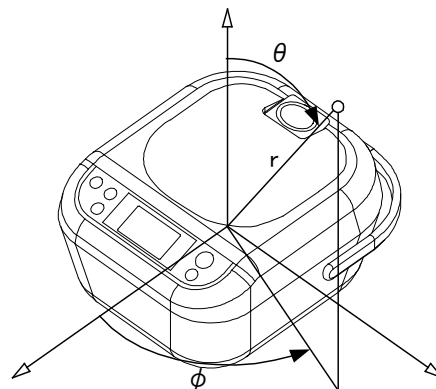


Fig. 5 Measurement coordinate

4.3 測定結果

測定結果を下記に記す。炊飯器の下方(180°)にセンサを配置した時、レベルが最大となり73.5%となった。これは100%よりも小さいため、規格に適合する。

$\theta [^\circ]$	最大値 [%]	最小値[%]
0	18.1	(18.1)
45	17.9	15.6
90	20.7	14.0
135	32.4	22.5
180	73.5	(73.5)

真下の値が最大となるのは、IH用コイルの上方には炊飯用の鍋が配置されているため磁束が広がらないのに対して、下方は磁束を妨げるものがないためで、直感的な結果と一致する。

5 まとめ

ICNIRPガイドラインの一般公衆における参考レベルを用いてIEC62233の時間領域評価ができる磁界測定器(3470磁界測定器)の開発をした。

市販のIH炊飯器に対して開発した磁界測定器を使った測定をして、測定器の有効性と炊飯器の規格への適合性を確認した。

参考文献

- Wertheimer, N. and Leeper, E., "Electrical wiring configurations and childhood cancer", Am. J. Epidemiol., 109 (3), pp. 273/284 (1979)
- ICNIRP, "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300GHz)", Health Phys., 74 (4), pp. 494/522, (1998)