

# MDUブレーカ“W&WSシリーズ”の ラインアップ拡充と性能向上

大橋博章\*  
末澤博敏\*  
山崎晴彦\*

Expansion of Line-up and Performance Improvement of MDU Breaker "W&WS Series"

Hiroaki Oohashi, Hirotooshi Suezawa, Haruhiko Yamazaki

## 要旨

地球温暖化の要因の一つである温室効果ガスの排出削減のため省エネルギー活動が活発化する中、エネルギー管理活動を支援する省エネルギー支援機器の一つとして、三菱電機はMDU(Measuring Display Unit)ブレーカを提供している。MDUブレーカは、遮断器本体内に計測用CT(Current Transformer)・VT(Voltage Transformer)を内蔵し、負荷電流・線間電圧・電力・電力量等の各種電気を計測でき、省スペース・省施工、高機能・多機能を特長としている。近年では、電力需要平準化の推進など、更に一歩進んだエネルギー管理活動を行うに当たり、高機能・多機能を維持した上で、より使いやすい製品ラインアップの要求が高まっている。このような背景から、MDUブレーカ“W&WSシリーズ”として、LCD表示タイプの400~800Aフレーム機種を新たにラインアップし、表

示画面の視認性の向上及び表示機能の充実化を図った。

W&WSシリーズの主な特長は、

- (1) 高輝度白色バックライトを搭載したLCD表示
- (2) 表示機能の充実化
  - ① 設定値の一覧表示機能
  - ② 任意要素表示機能
  - ③ 電流/電圧要素の三相(四相)一括表示機能
  - ④ 警報発生時赤色バックライト表示機能

であり、技術的な課題とその対策は、

- (1) LCDバックライトの設計効率改善
  - (2) EMI(ElectroMagnetic Interference)対策のフロントローディング
- である。



NF400-SEWMB 本体取付け



NF400-SEWMB 内蔵表示

## MDUブレーカ“W&WSシリーズ”

MDUブレーカの新機種(W&WSシリーズ)ノーヒューズブレーカ400Aフレームの本体取付け仕様と内蔵表示仕様の製品外観を示す。

## 1. ま え が き

地球温暖化の要因の一つである温室効果ガスの排出削減のため省エネルギー活動が活発化する中、エネルギー管理活動を支援する省エネルギー支援機器の一つとして、当社はMDUブレーカを提供している。MDUブレーカは、遮断器本体内に計測用CT・VTを内蔵し、負荷電流・線間電圧・電力・電力量等の各種電気を計測でき、

- (1) 省スペース・省施工
- (2) 高機能・多機能

を特長としている。近年は電力需要平準化の推進など、更に一歩進んだエネルギー管理活動が求められており、更なる性能向上を織り込んで新機種であるW&WSシリーズを開発した。今回の開発では使いやすさの向上を目的として、

- (1) 視認性の向上
- (2) 表示機能の充実化

の二つに重点を置いて設計した。

本稿では、W&WSシリーズの新機種の主な特長と、技術的課題と対策について述べる。

## 2. 製品ラインアップと新機種の特長

### 2.1 製品ラインアップ

製品ラインアップを表1に示す。今回ラインアップした新機種(表1の黒枠部分)では、225/250AフレームLCD表示タイプと合わせてパネルカット内で表示できる仕様(内蔵表示)を追加し、7セグメントLED 6桁表示タイプと同様の本体取付け仕様もニーズに合わせて選定可能にした。

### 2.2 新機種の特長

使いやすさの向上を目的とし、新機種のW&WSシリーズでは視認性の向上及び表示機能の充実化を図った。

### 2.2.1 視認性の向上

高輝度白色バックライトを採用したLCD表示を搭載した。使用環境に応じ、通常表示(図1(a))と反転表示(図1(b))を選択可能にした。

### 2.2.2 表示機能の充実化

LCD表示の機能を活用し、次の表示機能を搭載した。

- (1) 設定値の一覧表示機能(本体取付け仕様だけ)

過負荷・短絡保護特性設定(遮断器本体で設定)値一覧などを、表示画面で確認できる表示機能(図2)を搭載した。

- (2) 任意要素表示機能(本体取付け仕様だけ)

必要な計測要素を任意に登録し、確認できる任意要素表示機能(図3)を搭載した。



(a) 通常表示(三相表示) (b) 反転表示(三相表示)

図1. LCD表示画面



上下ボタンの押下で、  
 ・長限時動作設定(LTD)  
 ・短限時動作設定(STD)  
 ・瞬時動作設定(INST)  
 の設定値確認が可能

図2. 設定値一覧表示機能のLTD設定値画面

表1. 製品ラインアップ

フレーム	表示タイプ	7セグメントLED 6桁表示タイプ	LCD表示タイプ
225/250A フレーム	ノーヒューズ遮断器	NF225-SWM	NF250-SEVM/HEVM
	漏電遮断器	NV225-SWM	NV250-SEVM/HEVM
	漏電アラーム遮断器	NF225-ZSWM	NF250-ZEVM
400A フレーム	ノーヒューズ遮断器	NF400-SEPMA/HEPMA	NF400-SEWMB/HEWMB
	漏電遮断器	NV400-SEPMA/HEPMA	NV400-SEWMB/HEWMB
	漏電アラーム遮断器	NF400-ZEPMA	NF400-ZEWMB
600/630A フレーム	ノーヒューズ遮断器	NF600-SEPMA/HEPMA	NF630-SEWMB/HEWMB
	漏電遮断器	NV600-SEPMA/HEPMA	NV630-SEWMB/HEWMB
	漏電アラーム遮断器	NF600-ZEPMA	NF630-ZEWMB
800A フレーム	ノーヒューズ遮断器	NF800-SEPMA/HEPMA	NF800-SEWMB/HEWMB
	漏電遮断器	NV800-SEPMA/HEPMA	NV800-SEWMB/HEWMB
	漏電アラーム遮断器	NF800-ZEPMA	NF800-ZEWMB
本体計測許容差			・ 負荷電流, 線間電圧 : ±1.0% (計測定格に対して) ・ 電力 : ±1.5% (計測定格に対して) ・ 無効電力, 高調波電流, 漏洩電流, 周波数, 高調波含有漏洩電流 : ±2.5% (計測定格に対して) ・ 電力量 : ±2.0% (定格5~100%, pf=1) ・ 無効電力量 : ±3.0% (定格10~100%, pf=0) ・ 力率 : ±5.0% (90°電気角に対して)



図3. 任意要素表示画面

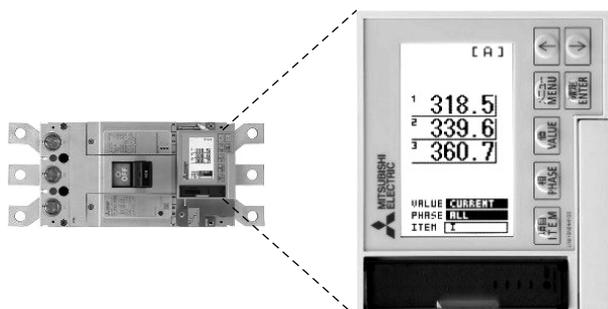


図4. 三相一括表示画面(ブレーカ横取付け時)

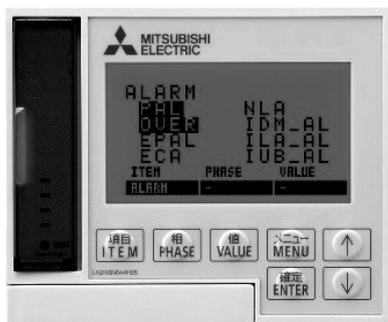


図5. 警報発生時の赤色バックライト表示画面

(3) 三相(四相)一括表示機能

計測要素(電流・電圧)について、各相の一括表示機能(図4)を搭載した。また遮断器横取付け時に表示方向を変更できる仕様とした。

(4) 警報発生時の赤色バックライト表示機能

警報発生時にバックライト色を赤色とすることで、遠方からの異常察知を容易にした(図5)。さらに赤色バックライトの表示方法(点灯/点滅)を選択できる仕様にした。

3. 技術的課題とその対策

3.1 LCDバックライトの設計効率改善

LCDの視認性を向上させるため、導光板を用いたバックライト方式を採用した。ここで、バックライト色は白色/赤色の2種類である。シミュレーションを活用することでトライ&エラーを減らし、効率的に高輝度でむらの少ない設計を行った。具体的には、導光板の入射端面・表面形状と、バックライト用LEDの実装位置・必要点数、また反射/拡散シートの形状などの条件を振り、LCD全体の輝度が高く、かつむらの少なくなる条件を割り出した。

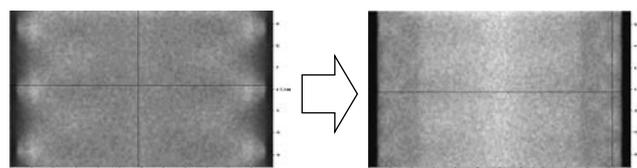


図6. LCD用バックライト設計のシミュレーション結果

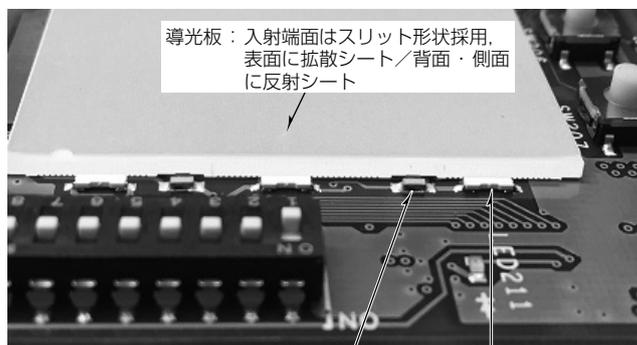


図7. バックライト用LED実装基板と導光板

シミュレーション結果を図6、バックライト用LEDを実装した基板と導光板を図7に示す。

3.2 EMI対策のフロントローディング

電気機器から放出される電氣的ノイズは、空間を介して、又は電線路を伝搬して、他の電気機器や無線設備などの動作に影響を与えることがあるため、エミッションレベルを基準値以下にすることが求められる。特に実装面積で制約の多い製品開発の場合、開発後期である評価段階での見直し(部品追加/変更、基板パターン変更など)は制約の多い条件下での再設計に加えて変更に伴う再評価が必要になり、開発工期に与えるインパクトが大きい。ここでは、開発初期である回路設計、及び基板設計フェーズに実施した伝導及び放射ノイズ対策に対して実施したフロントローディングについて述べる。

3.2.1 伝導ノイズ対策のフロントローディング

(1) 回路解析モデルの検討

伝導ノイズ対策として入れた電源回路入力段のノイズフィルタ回路(CRパッシブフィルタ)によって、ノイズレベルを基準値以下に抑制する必要がある。実装制約が多いのでフィルタ段数の追加等による回路の見直しは、後戻りが大きく納期遅延の要因となる。そこで、伝導ノイズの原因となるノーマルノイズ及びコモンノイズはいずれも電源回路のスイッチングトランスが伝搬経路になることに着目し、スイッチングトランスの高精度な等価回路を織り込んだ回路解析モデルを用いたシミュレーションで回路検討を行った。スイッチングトランスの等価回路を図8に示す。

スイッチングトランスの等価回路定数(漏インダクタンスや巻線浮遊容量等)については、採用部品のインピーダンスを測定して算出した値を採用している。

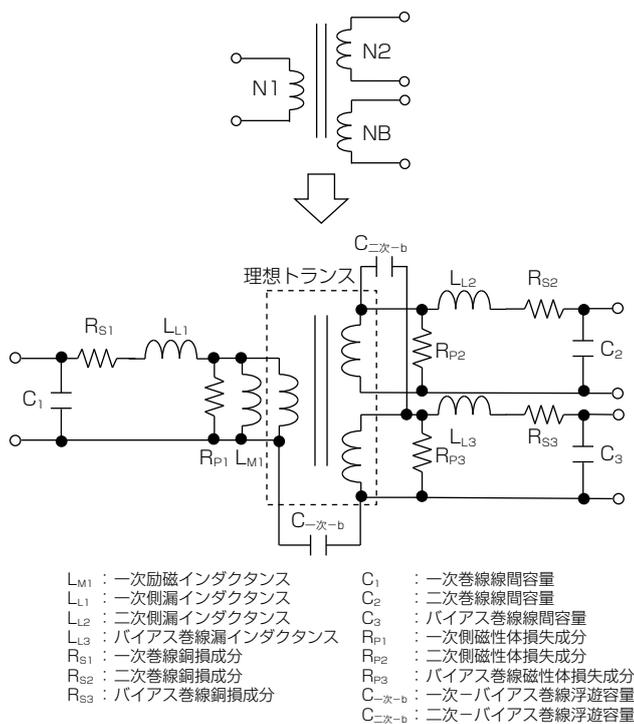
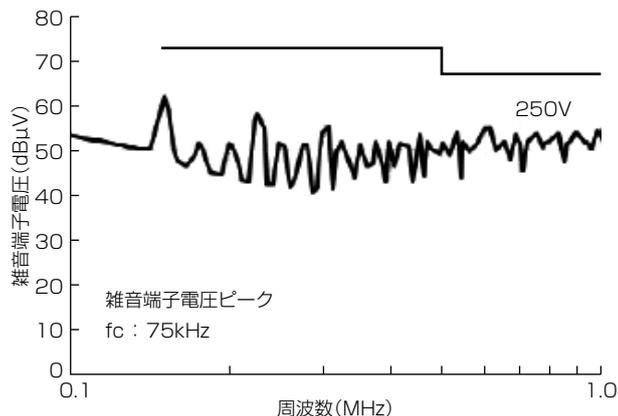
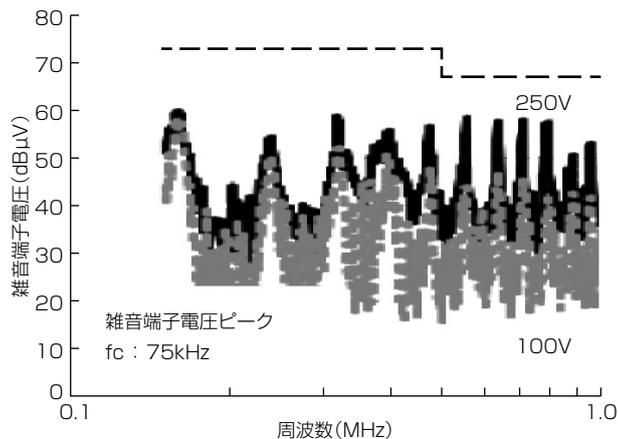


図8. スイッチングトランスの等価回路

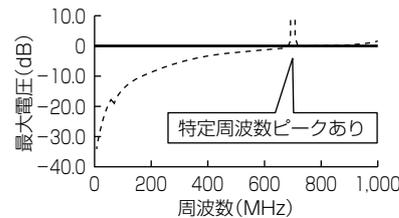


(a) シミュレーション結果

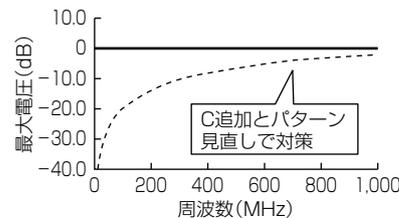
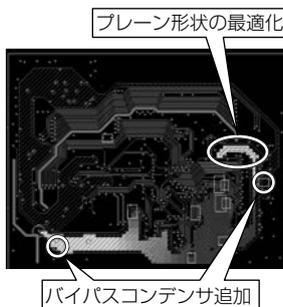


(b) 実機測定結果

図9. 伝導ノイズの評価



(a) 対策前



(b) 対策後

図10. 放射ノイズの基板共振解析結果

(2) シミュレーション結果と実測データ

設計初期段階で、高精度な等価回路解析モデルによるシミュレーションでノイズレベルを基準値以下となるようにフィルタ段数及び部品定数を決定した。ここで、スイッチング電源のキャリア周波数( $f_c$ )は、設計値である75kHzとして行っている。続いてこの回路条件で試作品の製作を行い、実機測定を行った結果、良好な評価が得られた。すなわち設計初期段階に高精度のシミュレーションによって必要なフィルタ構成を確認するというフロントローディングによって、開発工期短縮を実現した。伝導ノイズシミュレーション結果を図9(a)、また実機での測定結果を図9(b)に示す。

3.2.2 放射ノイズ対策のフロントローディング

放射ノイズ対策として、基板設計の段階で放射ノイズの発生原因となる電源-グランドプレーン間の共振解析を行い、電源-グランドプレーン形状の最適化及びバイパスコンデンサ追加を取り入れた。これによって、特定周波数のピーク抑制、及びノイズ電圧レベルを基準値以下に抑制する設計にした。放射ノイズの対策前と対策後の基板共振解析結果を図10に示す。

4. む す び

MDUプレーカの新機種の特長と、技術的課題とその対策について述べた。今後ともユーザーニーズに対応した高品質の製品開発に取り組んでいく。