



最新のノイズ対策用品 ノイズカットトランスとは

株式会社電研精機研究所 ノイズトラブル相談室 室長 平田 源二

はじめに

平成7年7月から施行された「PL法」によって、電子機器が誤動作や暴走を起こしてユーザに損害を与え、それが外来ノイズによって起きた場合でも、メーカーは「製造物責任」を問われる可能性がでてきた。そのため、メーカーは、できるだけ設計段階から信頼性の高いノイズ対策を取り入れて、ノイズの影響を受けない、あるいはノイズを発生しない製品を開発する必要が切実となってきている。

また、ユーザでは、生産ラインの自動化やFA化を推進していくに当たって、ノイズによるシステムダウンや、生産ロス、人身事故の恐れなどが懸念されるため、新規設備を導入する場合には、ノイズ対策を事前に十分検討して取り入れる企業が増えてきている。

ノイズ対策は、メーカー・ユーザを問わず、企業存続のための重要な要素の一つとして取り入れられる時代になってきており、特にノイズ対策部品の重要性が増している。

ここで紹介する「ノイズカットトランス（以下NCTと略記）」は、従来のノイズ防止素子にはない、多くの決定的な長所を合わせ持つ、広帯域で極めてノイズ防止効果の確実な「分離絶縁型」のノイズ対策部品である。

ノイズカットトランスの開発

変圧器は発明されてから一世紀余りが過ぎる過程で改良を重ねられ、大容量化や超高電圧化、そしてアモルファス金属に代表される小型化や効率の向上を目指して多彩な用途のものが開発されてきた。

そして、それらのほとんどが、一次側の電気勢力（電圧・電流）を全く損失なく二次側に再現する「全変成」を指向して改良され、すでに効率99%以上の物も達成されている。それにより、今日の変圧器は電力周波だけでなく、高周波に至るまで極めて広帯域の周波数成分を二次側に誘導し伝達するものになった。このため、一般に「変圧器で高周波ノイズを阻止することはできない」と思い込まれる傾向が生まれていた。

しかし、必要な周波数成分は伝達するが有害な周波数成分は伝達しない「周波数弁別変成」を指向して改良すれば、ノイズを阻止する変圧器が作れないはずはないという発想から、電研精機研究所は、1960年からEMI（Electro Magnetic Interference = 電磁波障害）対策用変圧器「ノイズカットトランス（NCT）」を開発し、一般市販を開始した（図1参照）。

LCフィルタと比較した時のNCTの優位点

従来、電源ラインにおけるノイズ防止対策部品の多くは、価格の手軽さと寸法や重量の制約などから「LCフィルタ」が多く使われてきた。しかし、実使用におけるノイズ防止効果は、使用される場所の電源線路や負荷機

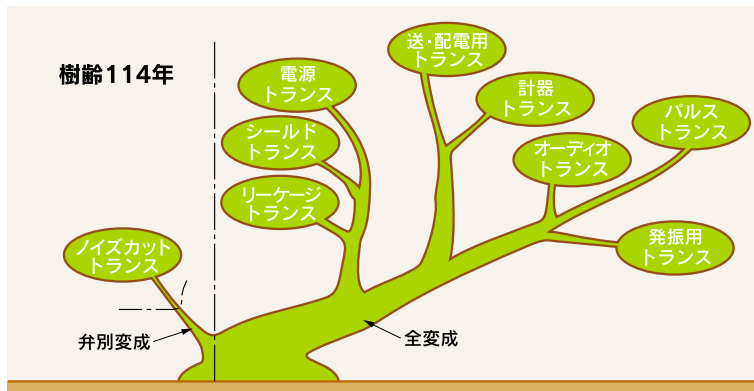


図1 実用のトランスの発達方向

器の回路インピーダンス、それに接地線の条件等により減衰特性が変わることが指摘されており、ノイズ障害防止の観点からは、必ずしも十分な効果を期待することはできなかった。

NCTは、LCフィルタと比較すると、下記のように多くの長所があり、実用するときはその相乗効果が上がって行くのが大きなメリットである。表1に、NCTとLCフィルタの違いをまとめた。

(1) 接地(大地への接続)に頼らず
ノイズが防止できる

LCフィルタは、図2に示すように、ノイズや不要なエネルギー成分を接地に導き、発生源側に還流させることによって被害装置側にノイズの影響を与えないようにしている。しかし、実際には図3に示すように、接地線が長かったり、接地線の径が細い場合には、接地線のインピーダンスが高くなるため、思うようにノイズを大地に導くことができず、効果が期待できないことがある。

NCTは、主にノイズを磁路中で損失させてしまうため、接地しなくてもノイズ防止効果は変わらず、効果を落とさずに使える。

(2) インピーダンス整合は不必要

LCフィルタは、入出力に接続される回路を高周波においてもインピーダンスの一定な、特定の純抵抗(50や75)回路でマッチングして使用することを前提に設計された製品である(測定器や通信機・オーディオ機器等の、信号伝送路で使用されるフィルタ回路では、そうすることによって効果が得られる)。

しかし、電源線路のインピーダンス

表1 LCフィルタとNCTの性能の比較

比較項目	LCフィルタ	ノイズカットトランス
ノイズ対策のための接地の必要性	必要	必要ない
インピーダンスマッチングの必要性	必要	必要ない
漏れ電流	mA オーダ	μA オーダ
有効減衰周波数帯域	100kHz ~ 30MHz	ノーマルモード (10kHz ~ 100MHz)
		コモンモード(0 ~ 100MHz) NCT - Z型の上限周波数は1GHz
双方向ノイズ防止効果特性	一般に一方が多い	双方向に効果がある
雷サージ防止	あまり期待できない	最高の防雷素子として使える
カスケードの効果	あまり期待できない	顕著な効果が期待できる

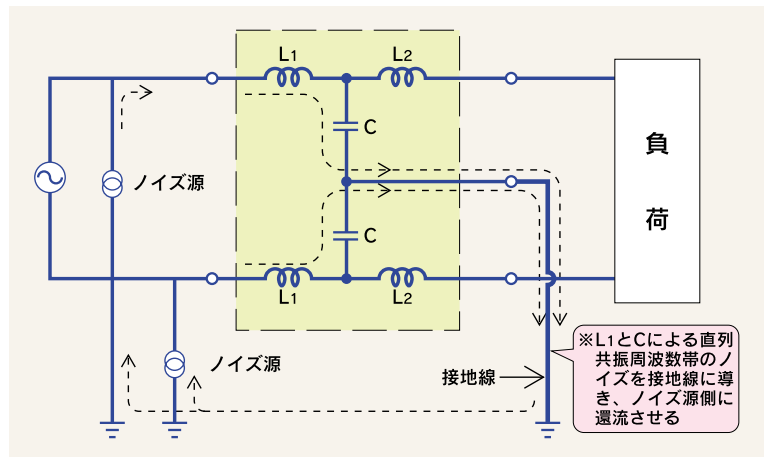


図2 接地線とLCフィルタの関係

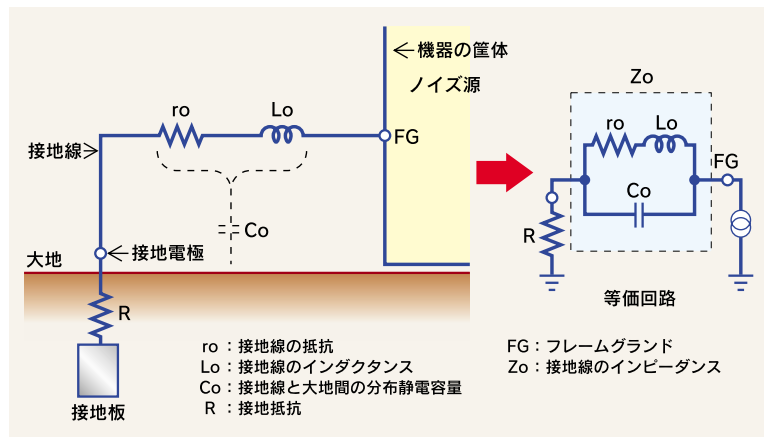


図3 高周波ノイズに対する接地線の等価回路

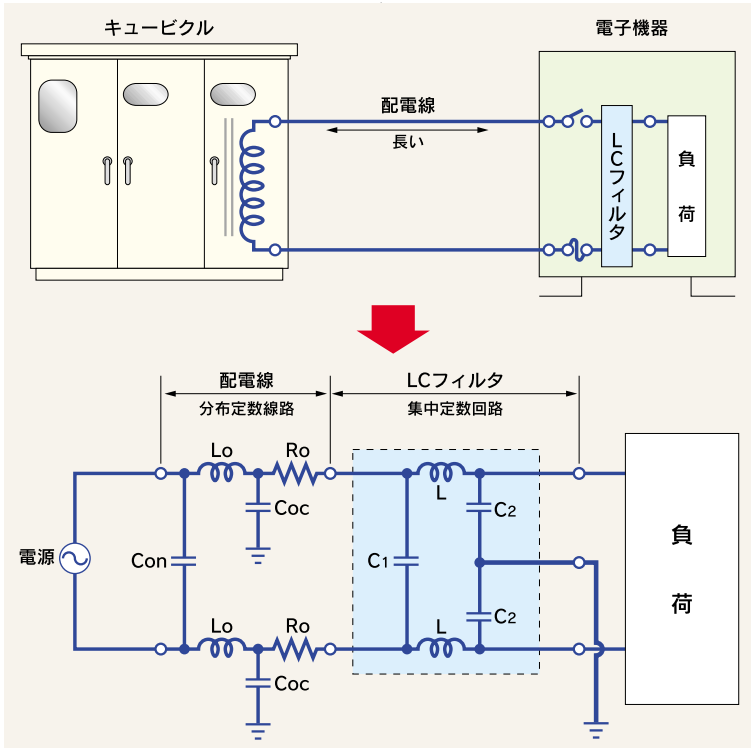


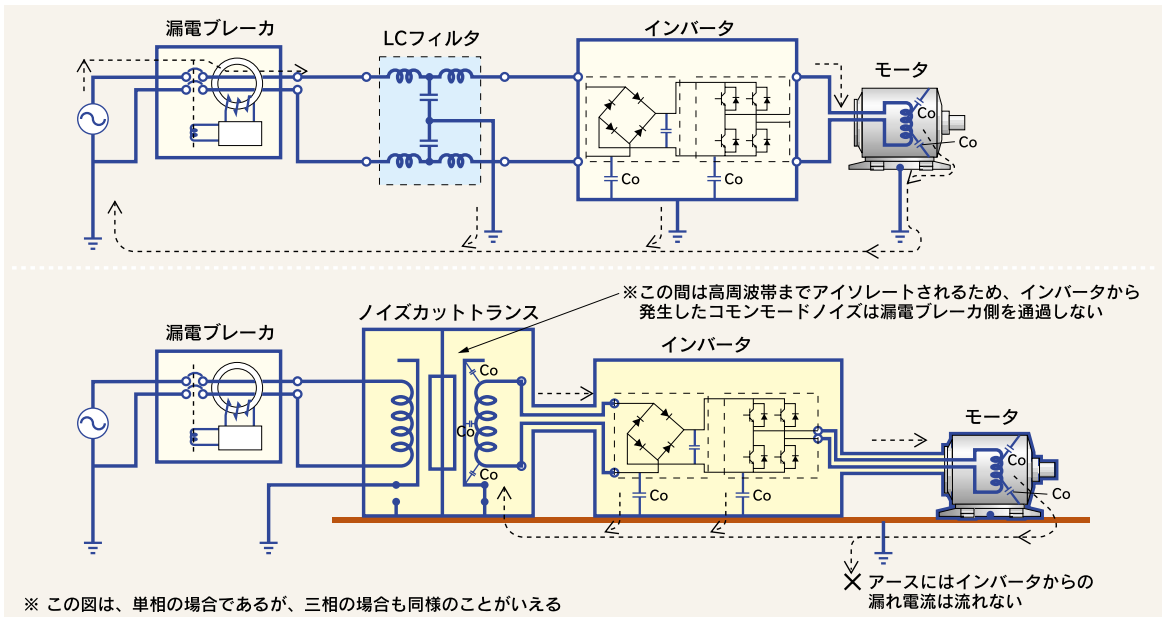
図4 配電線路のインピーダンスの影響を受けるLCフィルタ

(図4参照)は一定でなく、場所と時刻によって千差万別である。インダクティブ(L)にもキャパシティブ(C)にもなる。そしてLCフィルタを電源線路に接続すると、それがLCフィルタ内のLやCと合成されるので、実際には全く別の特性のフィルタになってノイズ防止効果が得られないことがある。

NCTは電源側と負荷側とが低周波から高周波に至るまで絶縁されているため、インピーダンスの影響をほとんど受けない。

(3) 漏えい電流の心配がない

LCフィルタは、ケースグラウンドとライン間に、共通モードバイパス用のコンデンサが使われているため、基本波(50Hz / 60Hz)に対してもmAオーダの漏れ電流が流れてしまい、漏れ電流が増えると漏電ブレーカの誤作動事故の原因になる。インバータなどの高周波を発生する機器に接



※ この図は、単相の場合であるが、三相の場合も同様のことがいえる

図5 インバータによる漏えい電流の径路と対策

続すれば、さらに漏れ電流が増える。医療関係では、人体への感電防止のため、使用が大幅に制限される場合がある。また、LCフィルタに使われているコンデンサの耐圧があまり高くないため（一般に1500V程度）、雷サージのような高電圧サージに対しては、阻止する以前に絶縁破壊を起こすケースもある。

NCTは、導電部とケースグランド間が高絶縁されているため、基本波の漏れ電流は約10 μ A以下と極めて低く、図5に示すように、高周波の漏れ電流も遮断してしまうので、漏電ブレーカを動作させてしまうような失敗がない。また、絶縁耐電圧の高い製品を作ること容易にできる。

(4) 有効周波数帯域が広い

一般に、電源ラインに使用されるLCフィルタの有効周波数帯域幅は、約100kHz～30MHzである。

NCTは、ノーマルモードで10kHz～100MHz以上、コモンモードでは、0～100MHz以上の広帯域を1台で連続してカバーできるため、ランダムなノイズでも逃がさず防止できる(写真1参照)

(5) 特性が対称的で双方向に効果がある

LCフィルタは、発生源側または、被害機側のどちらか一方に対してしか効果が得られないことが多い。

NCTは、構造が対称的で、ノイズの通過の方向によって防止効果が変わらないので、ノイズを発生する機器でも、ノイズの影響を受ける機器でも、また入出力のノイズ対策を同時に必要とする場合でも1台で対応できる(図6参照)

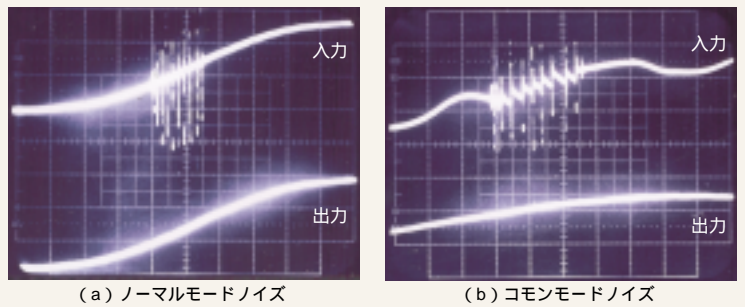


写真1 NCTのノイズ防止効果 (X: 100V/div, Y: 1mS/div)

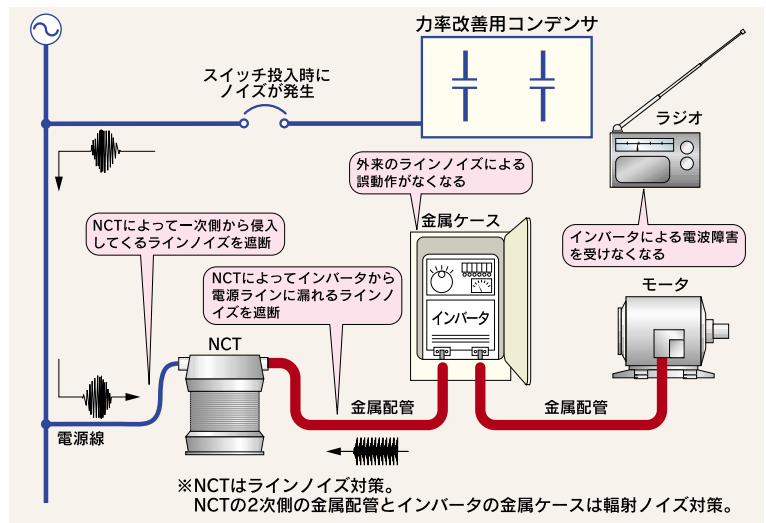


図6 インバータ導入によって発生したノイズ障害に対するNCTの使用例

(6) 電流の影響が少ない

LCフィルタは、雷などの大電流を伴うノイズに対しては、チョークが電流によって飽和して効果を失う恐れがある。

NCTは、電流による影響が少なく、衝撃的な大電流をとまらうノイズに対しても効果が減じない。雷サージに対しては最高の防雷素子として使える。

(7) 逆効果が生じない

LCフィルタは接続相手のL・Cと合成されて、仕様の周波数範囲内でも直列共振を起こし、かえってノイズを呼び込むような失敗の恐れがある。

NCTは、高周波に対して非常にロッシップに作られているため、そのような逆効果が生じにくい。

(8) カスケードの効果が顕著

LCフィルタは、二段以上重ねても減衰特性が変わるだけで効果が増すとは限らない(図7参照)

NCTは、ほぼその数の乗数で増す。

機種の種類と選び方

NCTは、性能や価格、用途、容量等に対応できる次のような機種がある(表2参照)

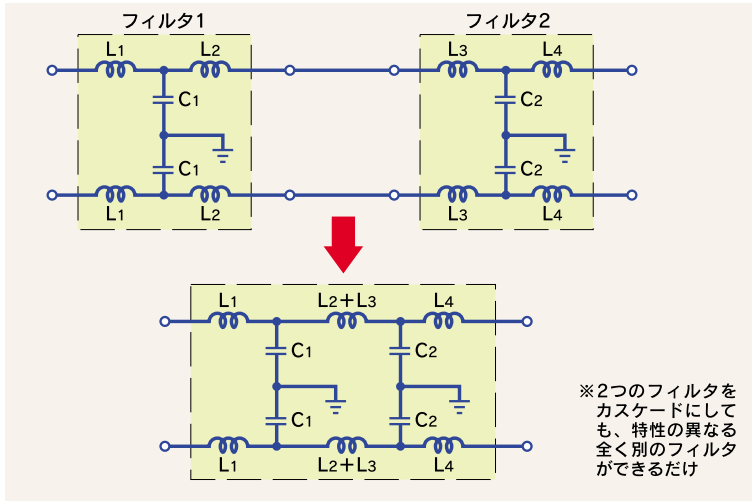


図7 フィルタのカスケード接続

※2つのフィルタをカスケードにしても、特性の異なる全く別のフィルタができるだけ

LCフィルタ等では十分な防止効果を得ることが困難であった。なぜなら、インバータから漏れるノイズには、LCフィルタでは防止しにくい100kHz以下の周波数帯域が多く含まれ、また、漏れ電流の問題が生じたり、設置条件や電源・負荷機器のインピーダンスの影響を受けてノイズ防止能力が低下してしまうためである。

NCT - J型は、インバータから漏れるノイズによる誤動作や通信障害を防止するために開発された、汎用のインバータやサーボモータなどに効果の高い三相用である(写真4参照)

(4) 大容量タイプ

インテリジェントビル用やホール音響用・部分放電試験用などの大容量のニーズに対応できる。現在、最大1000kVAまで製作可能(写真5参照)

(5) CEマーキング対応品

(NCT - CE型)

欧州向け機器用のCEマーキング取

(1) 標準品 (NCT - F型)

NCTの最も標準性能品(F1型)を使いやすさやデザインを追求したタイプ(F3型・F4型) コストパフォーマンスを追求したタイプ(F5型・F6型)それぞれ、縦長や横長のタイプを取りそろえ、あらゆるニーズに対応してい

る(写真2参照)

(2) 高性能タイプ (NCT - G型)

数kHz～数MHzまで高い性能を示す。シールドルーム用やレーザ装置等に最適(写真3参照)

(3) 三相専用 (NCT - J型)

従来、インバータのノイズ対策は、

表2 ノイズカットトランス(NCT)の種類と主な用途

機種名	容量	主な用途
NCT - F1型	10VA ~ 500VA / 7.5kVA ~ 100kVA	機器組込・制御盤・シーケンサ保護・雷サージ保護・インバータノイズ被害装置保護・漏電誤作動防止・部分放電測定・音響ホール・工作機械・オーディオ機器・医療機器・半導体製造装置
NCT - F3(4)型	1kVA / 2kVA / 3kVA / 5kVA	機器外置・単相三線用・実験室・各部屋のアイソレーション・音響機器・事後対策用・オーディオ機器
NCT - F5(6)型	1kVA / 2kVA / 3kVA / 5kVA	機器組込・制御盤・シーケンサ保護・雷サージ保護・インバータノイズ被害装置保護・漏電誤作動防止・部分放電測定・音響ホール・工作機械・オーディオ機器・医療機器・半導体製造装置
NCT - G型	50VA ~ 100kVA	シールドルーム・電波暗室・プラズマ関連機器・レーザ関連機器・原子力関連機器・高周波発生機器
NCT - (1.2.3)型	10VA ~ 2kVA	機器組込・医療機器・オーディオ機器・計測機器・パソコン・電話機・防災設備・シーケンサ保護
NCT - J型	1kVA ~ 100kVA	各種三相用機器・インバータノイズ発生源側対策・サーボモータドライブ発生源側対策・漏電誤作動防止
NCT - K型	1kVA / 3kVA / 5kVA / 10kVA	雷サージ防止
NCT - Z型	40VA	ラボ用・宇宙開発用・レーザ関連機器用・実験機器用・微細信号測定用
大容量タイプ	最大1000kVA	キュービクル・音響ホール・実験室保護・部分放電試験設備・高電圧実験設備
NCT - CE型	各種容量と電圧タップに対応	CEマーキング準拠品(低電圧指令及びEMC指令に対応)

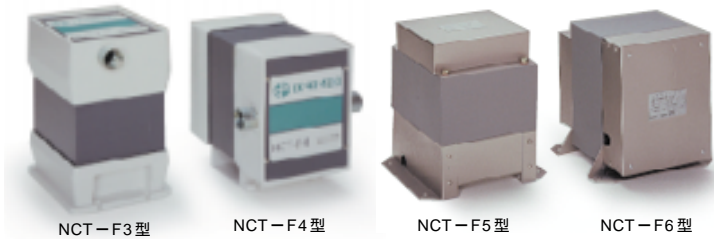


写真2 各種NCT製品

得に必要な「低電圧指令：EN60742」に準拠したNCTで、単相、三相、各種電圧タップに対応しており、1台から製作が可能。

(6) 低コストタイプ(NCT - I型)

量産向け汎用電子機器用に開発された小型・低価格のノイズカットトランスである。専用に開発された新ノイズ防止機構(特許出願済)の活用により、低価格(従来品の約半値)ながら、絶縁トランスやシールドトランスでは

防止できないノーマルモードノイズを広帯域に遮断し、機器の耐ノイズ性を確実に向上させることができる。また広帯域なコモンモードノイズ遮断性能により、誘導雷によるサージからも負荷機器を守る。これにはコンセントタイプやインレットで直接コンピュータや計測機器と接続できるタイプなどもある(写真6参照)

(7) 最高性能タイプ(NCT - Z型)

特許のツイスト構造や新機構の電磁

遮蔽体(特許出願済)により、数kHz ~ GHzまでの広帯域に渡り高減衰特性が得られる。また、ケースは電磁遮蔽上理想の形の球面体である(写真7参照)

(8) 防雷用(NCT - K型)

従来の防雷用トランスは、電磁的な(誘導結合により)移行を防ぐ構造を備えていなかったため、耐性の低い情報装置や精密電子機器類を防護するには減衰量が不十分だった。

しかし、雷サージの高周波磁束を二次側に鎖交させないノイズカットトランスならば電磁的移行も防止できる。

その上、雷(ライ)カットトランス・NCT - K型は、雷サージの衝撃に耐えられるよう厳重に装備し、強力な雷サージを阻止して大地に逃がしやすくように設計・製造してある(写真8参照)

(禁無断転載複写)

本稿に掲載した図・表・写真は全て株式会社電所精機研究所所有の著作物です。

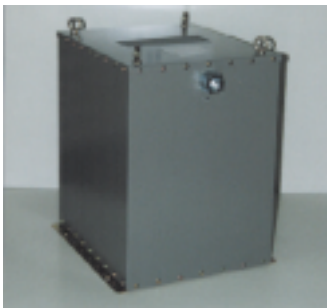


写真3 NCT-G型

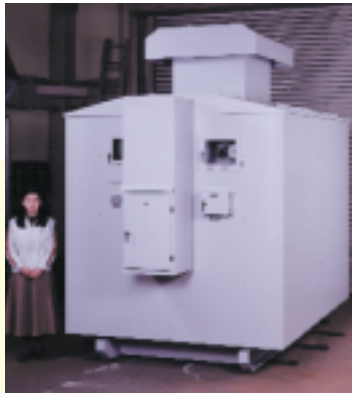


写真5 大容量タイプの例

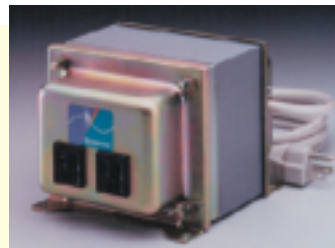


写真6 NCT-I型(コンセントタイプ)



写真4 NCT-J型



写真7 NCT-Z型



写真8 NCT-K型(雷^{ライ}カットトランス)