

北富士オリジン 株式会社

各種変圧器の製作/各種電源装置(高圧・低圧電源)の組立配線/各種プリント板アセンブリ

代 表 者 名	代表取締役社長 宮下 憲夫			
設立年月日	1968 年 6 月			
所 在 地	〒 403-0003 山梨県富士吉田市大明見 1261			
T E L	0555-23-2185(代)	F A X	0555-22-1514	
E - M a i l	kouji@kforigin.co.jp			
U R L	http://kforigin.co.jp/			
業 種	電子部品・デバイス・電子回路製造業	資 本 金 額	4,600 万円	
従 業 員 数	84 人			

テーマ

抵抗溶接機用トランスの革新的小型・軽量化

業界における最重要要請は抵抗溶接機の小型化・高効率化。溶接機用トランスの高周波対応を進め、業界最高水準の1.8kHz対応品までを開発。次は世界最高の小型・軽量なトランス開発に臨む。

自動車の生産ラインでは溶接はロボットが行う。溶接のロボット化は日本ばかりか世界中で進展しており、今後も成長が期待できる市場だ。ロボット化が進むにつれ、溶接機メーカーはロボットメーカーから溶接装置の小型・軽量化・大出力化を強く求められる。溶接機の小型化がロボット自体の軽量・小型・低価格化につながり、さらに省エネが進むことで、ランニングコスト低減になるからだ。この市場の拡大と各メーカーの要望に応えるため、変圧電源メーカーは「トランス軽量小型化」対応が重要なテーマとなっている。

旧型は50Hz用トランスを別置きにしたものもあり装置スペースや電源ケーブルによるロスとコスト高となっていた。直接ロボットに搭載するにもトランスの重量は全体の40%を占めている。ロボットの動作速度をあげ加工サイクル時間短縮のためには搭載部をより軽量化・小型化し、先端部（抵抗溶接機）の慣性力を緩和してロボットの動作速度をあげる必要がある。また、装置全体の小型化のため、より小さなロボット（パワー）でも駆動ができるようにしなければならない。

抵抗溶接機トランスの小型化プロジェクトに必要なとされる変更（実験）箇所は、『1次側巻線径』『巻線方法』『コア材質』『コア構造』『絶縁材質』『封止剤材質』『水冷経路』『放熱効果形状』の8項目に及ぶ。

小型軽量化のためには、高周波であること。まずS/N値（鉄心〔コア〕断面積×1次巻線ターン数）が小さくなるほどトランスの小型化が可能になる。インバータで周波数を上げるとS/N値が下がり、1800HzではS/N値が約20%小さくなる。これにより、トランスのサイズは約1/4までの小型化が実現される。

またトランス1次側電源の高周波化によって、

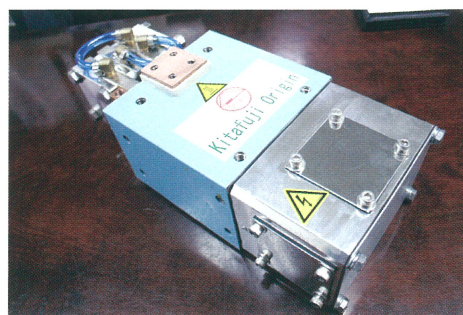
トランスは現状以上に発熱する。続いて「発熱を少なくする対策」と「効率的に冷す対策」が最大の課題となる。冷却水の水量とトランスの『入』と『出』の水温やトランス内部での発熱を計測し、この値をもとに冷却構造を決め、トランス内で効率的な冷却を形成し冷却効率を向上させる。

また巻線部に熱伝導の良い絶縁材と封止剤（樹脂）を使用した構造（絶縁性を保った状態）で機能を発揮できる製造することを実施。真空脱泡乾燥設備を活用して、放熱性と絶縁性の向上が得られ、脱気乾燥時間の短縮を図って生産性も向上した。

このほか、鋼板の種類や厚さを替えて渦電流を減らして鉄損を減少させるなど、各8項目の細かな変更による実験を2年間積み上げて、出力はそのまま45kgのトランスは10.5kg、大きさは1/4にまで小型・軽量となった。

今後はさらなる軽量化小型化により世界最高をめざす。すでに実験はスタートし成果を出している。

KWT-080-618(80KVA用)、KWT-094-618(94kVA用)はいずれも1800Hzと1200Hzでも使用できる優れたものである。



小型軽量化に成功したトランス



インタビュー

(左から)

代表取締役社長

宮下 憲夫

会長

小林 喜代次

生産管理部長

舟久保 弦

● トランスは世の中から決してなくなならない! 唯一無二の会社となって存在していこう

創業当時は電源関係の組立配線をする会社としてスタートした。その組立するものの中に「踏切遮断機の電源」などもあった。

「組立配線では、先が見えているな、と。遮断機には当然トランスが使われています。トランスはどこにでも使われているな。」

小林会長が遠い昔を思い起こしてそう答えてくれたのは、トランスに特化する決断をしたきっかけを尋ねた時だ。踏切遮断機の組立で閃いたのかは定かではないが、1年後にはトランス製造の会社として再スタートをする。

社長、会長、生産管理部長の3人が並び、にこやかに和やかに「北富士オリジン」を語ってくれる。仕事ではあっても、好きなことを極め楽しむ人たちと映った。それは“変圧器愛”とも呼べそうな、熱い厚い話となった。

トランス専門のメーカーは次々と会社をたたみ辞めていったという。

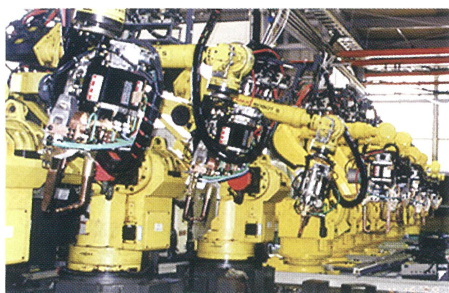
「自宅で手仕事でやっているような小さなところがほとんどだったからね。もともとこの仕事は…まあ3Kなんですよ。」

会長が語ったところによると、変圧器の製造とはひとつひとつ手作業で作りに上げていくようなものだという。コイルを巻いたり、紙で包んだりコツコツと作りに上げていくもの、量産できるものではない。また折から、溶剤を使うワニス処理（部品の固着、防塵や防湿、絶縁、耐熱などの目的で行われる）が東京都内では難しくなった。すると小さい会社は次々姿を消していく状況となる。これは勝機だ!と捉えた、“トランスはいつの世になっても決してなくなならないものだ”と。トランスへとますます特化していくこととなる。



巻線作業

● 小型化=高周波化→発熱する 理論は現場でコツコツ実体化する



ロボットに取り付けられた画像

さて、今回のプロジェクト。必要とされることはロボットに変圧電源を搭載しても機敏に動

き働けるよう、小さく軽くなおかつパワーを保持もしくは増すようにするという。小型化軽量化のトランス開発がはじまった。技術部の4名がこの実験にあたる。

自動車生産ラインのロボットに取り付けられた溶接機は「トランス」「ガン」からなる。このうちトランスは全体重量の40%を占めている。また、現状50Hzのものは別置きもあり、装置スペースの無駄と、電源ケーブルが伸びてつながることでケーブル分が割高となっている。軽量小型化して直接ロボットに搭載する。

なおかつ、ロボットの負荷とならず、最終的にはロボット自体も小型化してより高速性・省エネ化を高めようというものだ。

小型化するということは、まず「周波数を高める」ということ。そして周波数が高いということは「発熱すること」。これは発熱損失によりエネルギーをロスすることでもある。『小さくすること』『軽量にすること』『いかに放熱し冷却するか』…心躍る難題の山に登り始める。



変圧器組立

● 基本型80kVAの改良を行いながら、革新的小型・軽量化(90kVA)をめざす

現状高周波になるほど、電流は導体表面を流れて、抵抗が増し発熱する。電線を複数化し巻き方を変えるなどして、導体の表面積を稼ぐ対策が必要となる。



銅線コイルの種類もいろいろ

また高周波になる程、「鉄損」が増大し発熱が増す。この鉄損を少なくするためには、ヒステリシス損と渦電流損を低減させる対策を行なう。まずコアの材質や鋼板の厚さ、積層構造を変えることにより鉄損を少なくした。薄いケイ素鋼板で結果をだす。

いよいよ効率的に冷やす対策だ。トランス内で効率的な冷却をするために、2次コイルの「冷却水経路」を見直した。経路をダイオードスタッ

ク、トランスをそれぞれ冷却する経路として2経路を採用。また発熱の大きいトランスから入水することでケース上面で最大10.4℃の冷却効果を得る。

また巻線部（1次コイル）に熱伝導の良い絶縁材と封止剤（樹脂）を使用した構造（絶縁性を保った状態で）にする。「封止剤」（樹脂材料）は材質を変えて、ケース上面で最大7.3℃の冷却効果を得、ケースの材質も多種の鋼材を試して最大9.7℃の冷却効果が得られる材質を選んだ。「絶縁材質」も絶縁性が良く、熱伝導も良い紙に変えたことで最大12.7℃の冷却効果。

従来型80kVAインバータトランスの基本型（既存品）と比較すると、縦寸法が155mmから131mmに小型化、重量が11.5kgから10.5kgに軽量化できた。小型軽量化しても冷却性、放熱性に優れた設計、製造の技術開発を行ったことで温度上昇を実用域に抑えたトランスが実現した。各部温度上昇は155℃以下であり、JIS絶縁クラスF種を満足する。その後行われた耐久試験でも問題なしの合格判定が出た。

● “人を創り、物を創り、富を創る”突き詰めた人間力によって、開発は成就する

引き続いて、トランス容量を12.5%UPした90kVAトランスの開発に着手する。80kVAトランス開発において開発した設計思想、技術、材料を用い90kVAトランスの試作開発を行った。インバータの周波数を1200Hzから2500Hzまで100Hz毎に変化させ、温度を記録。満足する90kVAトランス開発が実現し、限界値も判明し十分な成果となった。

今後、量産商品化するためには上限値に対しての余裕が必要なため、さらなる温度上昇抑

制策が必要となる。温度上昇を抑える方策として、1次巻き線の巻き数を変え（巻き数を減らすと出力電圧が増す）、厚さを変えて複数巻きにする。2次コイルの断面積を均等にする（断面積の固定抵抗を一定にする）。鉄心の材質は周波数に応じた鉄損の小さな物を選択する。ターゲット周波数は普及されているインバータタイマーは想定2kHzとする。樹脂材料も再調査を行い熱伝導率の良い物を選択する。そして外形は小型化品の大きさまで今後努力する。

● トランスの基本は始めから何も変わらない 求めるものに応じて試作は続く そして世界へ

「この写真を見て。これもトランスですよ。」

宮下社長が示したのは、人の大きさ丈はあろう大きな物体。縦置きのでかいスピーカーのようなマシン。

「僕はマシン屋ですね。」

とにこにこ答えていた社長によると、自動車の心臓部、決してミスの許されない溶接に用いられるトランスという。

「熱の溶接とかじゃなくて、もう分子結合の世界だね。」

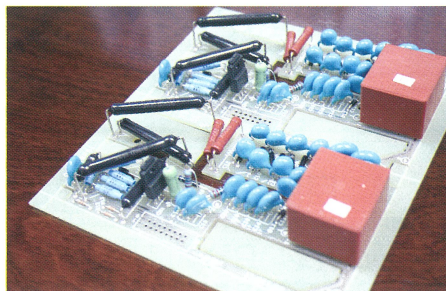
トランスの種類は？などと限定できるものではないという。地響きのような重低音を発する大型のトランス。ロボットに装着する小さくパワーのあるトランス。ありとあらゆる場所に変圧器はある。基本は始めから何も変わらない。本筋はシンプルで壊れることもないトランス。ゆえに世界中でしのぎを削り開発もされている。

「わたしは理系じゃないです。普通です。」

と、難解な物理用語を駆使しつつも自己評価・普通の舟久保部長。

今は量産化に向けての試算をしています。目標は、もちろん世界です。」

と普通に答えてくれた。世界中のロボットに乘せてしまいたいらしい。トランス界は熱い。創意が形となって結果を見せてくれる面白い現場のようだ。



ここにもトランスがある

沿革

(概略)



1968年	9月	北富士電気株式会社創立（資本金 1500 万円）
	12月	本社工場 545㎡竣工、整流器等の組立配線開始
1969年	10月	社名を北富士オリジン株式会社に変更
1970年	3月	工場 730㎡を増築
	9月	変圧器工場 436㎡を新築、集塵機用変圧器製造開始
1972年	12月	柏木芳節社長 就任
1973年	5月	後藤純一社長 就任
1984年	12月	組立第二工場 190㎡新築
1991年	2月	資材倉庫及び、資材事務所 225㎡新築
1994年	11月	山梨県品質管理研究会から優良事業所表彰を受ける
	12月	小林喜代次社長 就任
1996年	5月	新機種対応と技術拡張のため技術棟 247㎡新築
1997年	3月	静止型自動半田装置導入
	9月	創立 30 周年
2000年	5月	組立工場 228㎡増築
2003年	12月	LAN 全工場構築 (ファイルサーバー3台、プリンターサーバー5台、端末32台)
2004年	5月	ISO9001-2000 取得
2005年	4月	資材購買システムを入替
	9月	鉛フリー用自動半田装置 導入
2007年	5月	ISO9001-2000 更新
2010年	1月	キャノングループの取引先環境評価 認定更新
	5月	ISO9001-2008 更新
2011年	3月	超音波洗浄機 導入・営業サーバー 入替
2013年	5月	ISO9001-2008 更新
	8月	ものづくり中小企業。小規模事業者試作開発等支援補助金の補助事業者に採択される。 試作開発 内容「スポット溶接機用インバートランス」
2014年	2月	「マルチ電源飲料水浄化装置」 1号機完成
	6月	「スポット溶接機用インバートランス」 80kVA90kVA 2種類試作完成
2015年	6月	宮下憲夫社長 就任