

圧電トランス

(1994年～現在)

Key-words：圧電トランス、圧電インバータ、LCD、冷陰極管、高電圧

注1 直流電力を交流電力に変換する装置。

注2 交流回路で、電流の流れにくさを表す量。一般にZの記号で表される複素量で、実部を抵抗、虚部をリアクタンスという。単位はオーム(Ω)を用いる。

注3 交流電圧を電磁誘導によって変換する部品。入力、出力ともに一般に銅線を巻いたコイルを使用するので、巻線トランスと呼ばれる。

圧電トランスは入力電圧を変圧して出力する圧電セラミックスである(図1)。原理は圧電セラミックスの逆圧電効果と圧電効果の組合せを利用したものであり、1956年にGEのC. A. ROSEN¹⁾によって提唱された。圧電セラミックスの不燃性や低磁気ノイズなどの特長を生かして、1990年代初頭に市場に登場して以来、圧電トランスは主にノート型パソコンや液晶テレビなどのLCD(液晶ディスプレイ)点灯用として幅広く使用されている。

1. 製品の適用分野

LCD点灯用 高電圧電源用。

2. 適用分野の背景

ノート型パソコンや液晶テレビ・液晶モニタなどの家電製品の省スペース化・省エネ化によって、それらに搭載されるLCDバックライト(冷陰極管)点灯用インバータ^{注1)}も薄型・軽量・高効率が要求されている。LCDに使用される冷陰極管は、未点灯時に数MΩのイ

ンピーダンス^{注2)}(点灯開始電圧が高い)であり、点灯すると数百kΩ程度(点灯維持電圧が低い)になるという特徴がある。そのため、冷陰極管を点灯させるトランスはその負荷変動に十分に対応できる能力が要求されてきた。

この冷陰極管を駆動するインバータに使用するトランスについて、巻線トランス^{注3)}では薄さや効率・磁気ノイズなどの点で限界になりつつあること、圧電トランスによって小型・低背化、高効率化、高絶縁化・

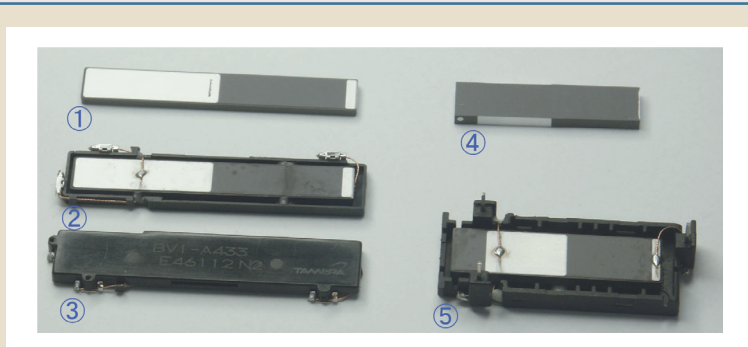


図1 圧電トランスの外観

- | | |
|---------------|---------------------------------|
| ①圧電トランス単体 | L44mm W6.5mm t1.6mm ~ 5W タイプ 単板 |
| ②③ケース入り圧電トランス | 安全性確保のため低背ケースに入れた場合 |
| ④積層圧電トランス | 一次側を積層し、高昇圧比化 |
| ⑤TV用圧電トランス | 安全規格対応のため絶縁距離確保ケース使用 |

長さが20～50mm程度(周波数30kHz～200kHz程度)の製品が量産されている。

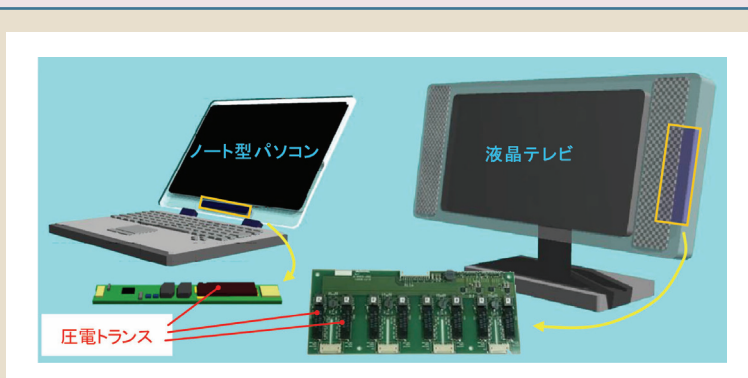


図2 圧電トランスの使用場所

LCDの裏側などに取り付けられている液晶バックライトインバータ(圧電インバータ)に搭載されている。

図3 ROSEN型圧電トランス

全半波長、半波長で動作するものを、それぞれλモード型、λ/2モード型という。それぞれ節点（動かない点／応力の最大位置）などが変化する。

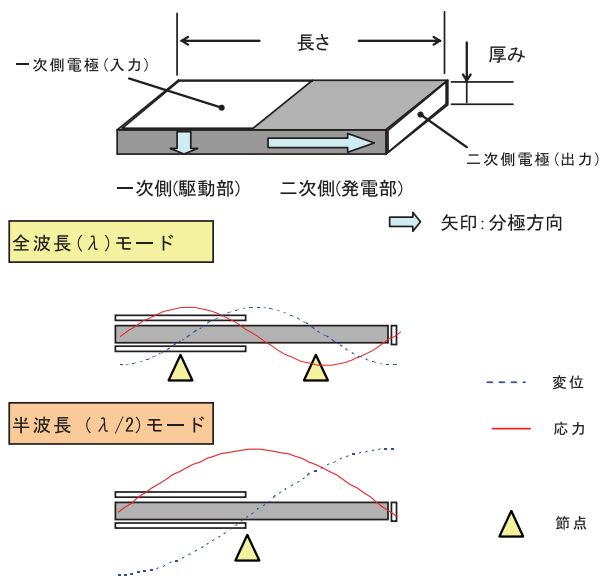
<無負荷時の変圧比γ>

出力負荷を接続しない状態で、損失が無いと仮定し、圧電トランスへの入出力電圧を V_1 、 V_2 、圧電トランスの一次側二次側の容量をそれぞれ C_{01} 、 C_{02} とすると

$$\frac{1}{2} C_{01} \cdot V_1^2 = \frac{1}{2} C_{02} \cdot V_2^2$$

より

$$\gamma = \frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{C_{01}}{C_{02}}} \quad \text{となる。}$$



不燃化が可能であること、圧電トランス出力特性が冷陰極管点灯に都合がよいことから、1994年に圧電トランスが実用化されてからその需要は着実に伸びている。

3. 製品の特徴と仕様

一般的な圧電トランス (ROSEN型) の構造を図3に示す。セラミックス矩形板の上下部および端部に電極を設け、厚みと長さ方向にそれぞれ分極した構造である。厚み方向に分極した部分を一次側 (駆動部)、長さ方向に分極した部分を二次側 (発電部) という。

与えられた電気エネルギーは一次側の逆圧電効果によって弾性エネルギーに変換され、弾性エネルギーは二次側の圧電効果によって再び電気エネルギーとなる。電気エネルギー変換は弾性振動を介するため、セラミックスの弾性波伝播速度と圧電トランスの寸法で決まる固有共振周波数 (共振周波数) 付近の周波数で圧電トランスは使用される。

圧電トランスの特性を以下に述べる。

圧電トランスは二次側に接続する負荷インピーダンスを大きくすると最大昇圧比が大きくなり、最大出力周波数が高くなる (図4)。先述したように圧電トランスのこの出力の負荷依存性が冷陰極管点灯に適合している。

また、圧電トランスは形状によっても昇圧比・出力電圧・動作周波数・温度上昇などの特性が変化する。長さ振動モード利用の圧電トランスでは、長さ/厚さの比が大きくなると昇圧比が高くなるが、出力に対する発熱量も大きくなるため、効率などを考慮して寸法は最適化されている。圧電トランスの大きさには動作

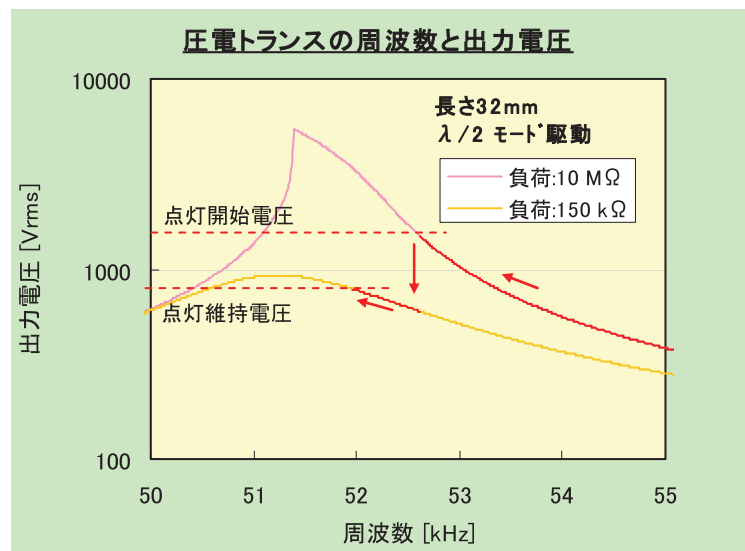


図4 圧電トランスの負荷による出力特性

実際に冷陰極管を点灯する場合には、高い周波数から低い周波数に掃引する。高インピーダンスの管が点灯した後に周波数によって点灯電圧 (電流) を調整する。

注4 銅糸線、樹脂製芯線に銅箔線を巻きつけたリード線。振動に強く、スピーカなどに使用されている。

周波数(半波長モード/長さ 30 mm で約 50 kHz 動作)や出力電圧などにより制約がある。また、同一寸法で昇圧比を高くするには、一次側を積層し一次側容量を大きくする必要がある(積層圧電トランス)。

圧電トランスの駆動は、二次側に冷陰極管(負荷)を接続した状態で、固有周波数付近の周波数の電圧を一次側に印加するのが一般的である。一次側駆動波形が高調波成分量重などで歪んでいると、その高調波成分が損失になり、効率が悪くなる場合がある。

4. 製法

圧電トランス用の圧電セラミック材料に要求される特性として、電気機械結合係数が高い、機械的品質係数(Qm)が高い、振動に対して損失が少ない、誘電正接(tan δ)が低い、機械的な強度が高い・振動応力に強い、大振幅長時間動作による特性劣化・機械疲労が少ないなどが挙げられる。現在実用化されている材料はチタン酸ジルコン酸鉛系のセラミックをベースとし、第三成分や種々の添加物を加えたハード材が主流である。

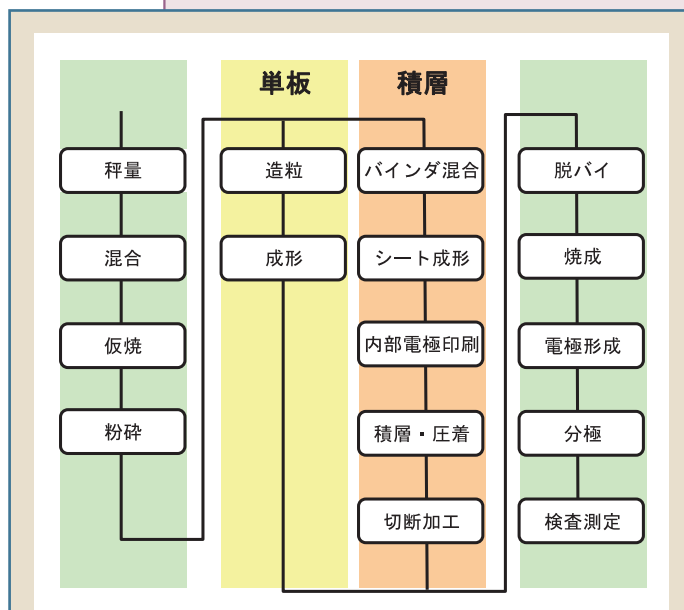


図5 圧電トランスのプロセスフロー

通常の圧電セラミックと同様に成形、焼成、電極形成を行った後に二次側一次側をそれぞれ分極して圧電トランスにする。必要に応じてこの後に組立工程、検査工程などが入る。

生産方法には大別して単板用と積層用とがある。積層圧電トランスで内部電極とセラミックを一体焼結する場合は、内部電極にセラミックと反応しない高融点の銀パラジウム合金などを用いるか、低温焼結セラミック材料(~950℃)であれば安価な銀を用いる。

製品としての圧電トランスは基板上に直接実装されるか、電気入出力の配線や安全上の制約などから難燃絶縁ケースで覆った後に基板実装される。圧電トランスの実装上の注意点として、外部からの衝撃や圧電トランス自体の動作振動に耐えうる強度だけでなく、その振動を抑制しない配線・保持方法が必要である。通常、配線には耐振動性に優れ振動負荷にならない構造(金糸線^{注4}、導電性ゴム、ばね材料、リード線に弾性体補強など)が用いられ、保持には振動効率低下防止や他部材への振動伝達を妨げるために弾性体(シリコーン樹脂など)が用いられる。

5. 将来展望

近年の液晶ディスプレイの大画面化による高出力化と省エネの影響により、高効率、低磁気ノイズ、低背、高安全性という特徴を生かした圧電トランスは今後も大いに活用されると期待される。

一方、圧電トランスには、さらなるハイパワー対応や大画面多灯用パネルに適した材料開発や生産プロセス開発が必要になると考えている。

○ 14インチLCD点灯用単板圧電トランスの仕様例

寸法	L44 mm × W6.5 mm × T1.6 mm
動作周波数	80~88 kHz
出力電圧(点灯開始時)	~1800 Vrms
出力電流(点灯時)	~6.0 mA
出力電力	~5 W
昇圧比(点灯時)	~15倍

文 献

- 1) C. A. Rosen, "Ceramic Transformers and Filters", Proceedings of Electronic Component Symposium, p.205 (1956).

[連絡先] 松尾 泰秀
(株)タムラ製作所 ホーム&インフォコム
デバイス事業部 技術開発センター CR 開発 G
〒350-0214 坂戸市千代田 5-5-30