

家庭用テレビの電源偏向回路技術

Power and Deflection Circuit Technology for Television

落合 政司
M. Ochiai

仲尾 昇
N. Nakao

家庭用テレビが、1994年に通商産業省により省電力機器に指定された。さらに、地球温暖化などの環境破壊問題が年々深刻化しつつあり、省電力への努力が求められている。また、テレビのコンパクト化に伴い回路の省スペースが要求されている。

省電力、省スペースに向けて電源偏向回路技術を新しく開発した。また、電源回路は全世界の仕向け地で使用できる共振方式を開発することにより標準化ができた。

Television was designated by Ministry of International Trade and Industry (MITI) as power-saving equipment in 1994. Moreover, low power consumption for television is required in view of environmental destruction problems such as global warming, which are worsening year by year. Space-saving circuits are also required to enable more compact TV sets to be realized.

This paper describes a newly developed power and deflection circuit for power-saving and greater compactness. A worldwide standardized power circuit that can be achieved by the development of a resonant type power circuit is also described.

まえがき

現在の電力事業はいくつかの大きな問題を抱えている。大半が自然災害(特に雷)に起因する停電や瞬時電圧低下などの信頼性問題と、サイリスタ応用機器の普及に伴い年々増えつつある高調波電流の問題である。高調波電流の増加は電力用コンデンサが焼損するなどの障害や電圧ひずみ率が増加するなどの問題を引き起こしている。もう一つは電力の需給問題である。

現在のわが国の総発電電力量は1993年度で約9,067億kWhと言われており、資源別にみたときの内訳は石油を第一次エネルギーとする火力発電がもっとも多く、全体の約30%を占めている。わが国の総エネルギーの石油に対する依存度は大きく、電力事業においても自然エネルギー発電や原子力発電への転換がせまられている。また、その需要は都市密集化、高度情報化、機器の大型化などが背景となり年約5~6%の割合で伸びつつある。テレビが消費する電力量は従量電灯量の約10%を占めており、年平均約3.5%の伸びを示している(表1)。

石油の大量消費によるものと考えられている森林破壊や地球温暖化などの問題が全世界的に深刻化しつつある。電力の需給問題は今やわが国にかぎらず全世界的問題であり、供給者側は自然エネルギー発電などへの転換が求められており、

表1. テレビの消費電力量の伸び
Increase in power consumption of TV sets

項目	1989	1990	1991	1992	1993
従量電灯量 (10^6 kWh)	163,419	177,419	185,326	192,136	197,695
テレビの電力量 (10^6 kWh)	17,322	17,919	18,718	19,214	19,770

需要者側は少しでも省エネルギー、省電力を図ることが要求されている。

このようなことが背景となり、1994年の4月18日付けの官報でテレビも消費電力に関し“特定機器”に指定され、平成10年度中(1999年3月31日まで)に年間の消費電力量を基準値以下にすることが義務づけられた。

ここでは、今回省電力を図るために新しく開発した共振電源やBS(放送衛星)電源用DC-DCコンバータ、およびD級增幅糸巻きひずみ補正回路について詳細を述べる。

なお、新しく開発した回路を採用することにより、省エネルギーのほかに、省スペース(小型化)、回路の標準化なども達成した。特に、電源回路は共振電源を採用したことにより、日本、北米、欧州、アジア向けテレビとも同一方式で標準化を図り、また、出力電圧の統一化により負荷回路の統合化を行った。

2 共振電源

今回、電源回路は次のテーマに基づき新規に開発した共振電源を採用した。

- (1) 省電力 省エネルギーに貢献する。
- (2) 省スペース(小型化) 電源回路の面積は全回路の25%~30%を占め、ユニット小型化の障害になっている。
- (3) 標準化 商用電源電圧の違い、セットの大型、小型を問わず基本回路を共通化する。

共振電源はコンバータトランジスタを直列共振の一部として動作させ、その共振周波数と共振回路をドライブする周波数の相対的な周波数差により、直列共振回路のインピーダンスが変化することを利用してエネルギーの伝達制御を行う。また、この直列共振回路とコンバータトランジスタの並列コンデンサから成る電圧共振回路の組合せによって、ゼロ電圧スイッチングで動作する。これにより、スイッチング素子のスイッチング損失が下がり、高周波スイッチングによるコンバータトランジスタの小型化、および低ノイズ化が可能になる。

今回、採用したハーフブリッジ式共振電源の基本回路を図1に示す。ハーフブリッジ式共振電源は、直並列共振回路を構成するコンバータトランジスタと共振コンデンサ、これをドライブする共振電源制御用ハイブリッドIC、コンバータトランジスタの二次側に接続した全波整流回路、および整流電圧を安定化するための帰還回路で構成される。共振電源制御用ハイブリッドICは、2個のMOSFET(MOS型電界効果型トランジスタ)とそのドライブICおよび制御・保護ICが収納されたマルチチップ構造になっている。二次整流電圧の安定化は、誤差電圧を共振電源制御用ハイブリッドICに帰還することによりコンバータトランジスタをドライブする周波数を変化させて行う。

このような構成のハーフブリッジ式共振電源を開発し採用

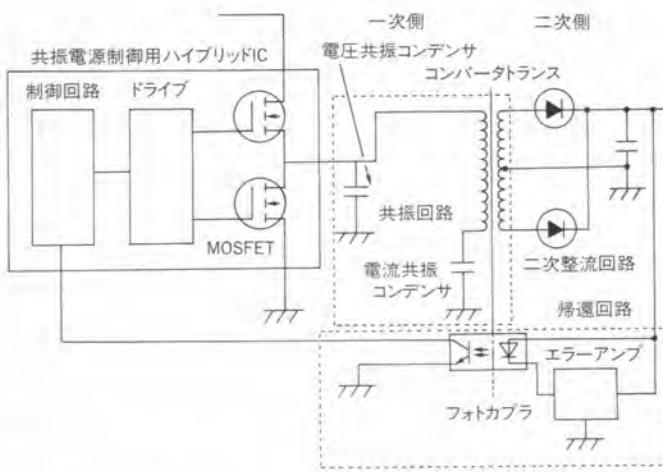


図1. 共振電源の基本回路 回路はハーフブリッジ型になっており、出力を含む制御用ハイブリッドICとコンバータトランジスト、ならびに電圧および電流共振コンデンサで構成される。

Basic circuit diagram of resonant type power circuit

したことにより、以下のような効果を得ることができた。

2.1 省電力

ハーフブリッジ構成であるためスイッチング素子(MOSFET)に加わる電圧が低く、素子の耐圧を小さくできる。このことによりスイッチング素子のオン抵抗が下がり、まず第一にオン抵抗損失が削減できた。第二に、電圧共振動作によりゼロ電圧でスイッチングさせているために、本来のスイッチング損失が低減できた。その結果、従来の RCC(Ringing Choke Converter)に比べスイッチング素子の損失を下げることができた。また、コンバータトランジストの小型化により、変換損失を少なくし、全体としての効率を改善して省電力化を図った。

2.2 コンバータトランジストの小型化

コンバータトランジストからみた動作周波数が従来の RCC に比べ等価的に 2 倍になり、利用率が上がるために、トランジストの小型化が可能となって体積をほぼ半減することができた。

2.3 回路の標準化

制御範囲が広いため、商用電源電圧の違いやセットの大型、小型を問わずに使用でき、ほぼ全セットに採用して基本回路の標準化を図った。回路は、制御用ハイブリッドICのMOSFETとコンバータトランジストを入れ替えることにより、ほぼ全世界の仕向け地の小型から大型テレビに対応できる(図2)。

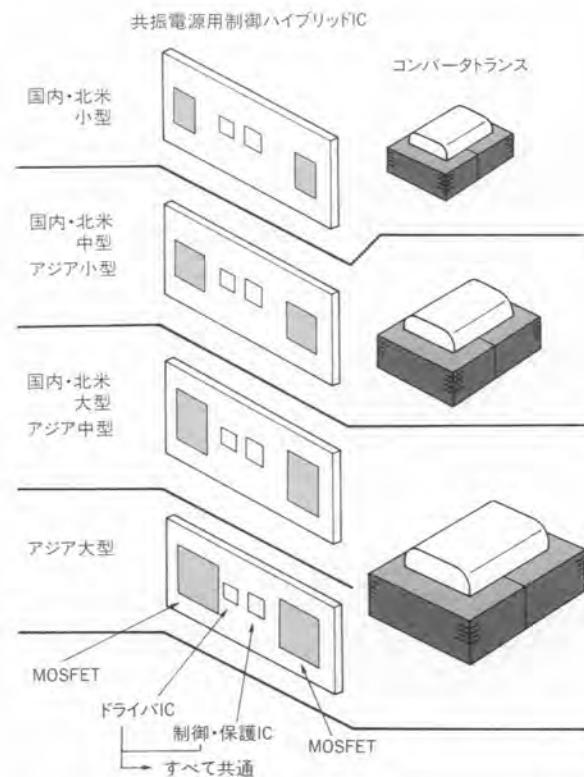


図2. 共振電源のラインアップ 制御用ハイブリッドICのMOSFETとコンバータトランジストを入れ替えることにより、ほぼ全世界の仕向け地の小型から大型テレビに対応ができる。

Worldwide application of resonant type power circuit

3 BS 電源用 DC-DC コンバータ

回路の省電力と小型化を目的に、国内向け BS チューナ内蔵テレビの BS チューナ用電源レギュレータ部分に、当社では初めて DC-DC コンバータを採用した。

BS チューナの電源は 5, 9V (BS チューナ用), 15V (BS アンテナ電源用) の 3 系統の出力があり、メイン電源のコンバータトランスの三次巻線電圧を整流して得た電圧を BS 用電源レギュレータで安定化し、負荷回路に供給している。従来はこの BS 用電源レギュレータ部分にリニアレギュレータ (ドロップパタイプ) を用いていた。しかし、コンバータトランスの巻線 1 ターン当たりの電圧変化が大きく、巻線出力数に制限があるなど、リニアレギュレータを効率よく動作させる入力電圧の設定が難しいという問題があった。

さらに、メイン電源の負荷変化 (テレビ受像時の負荷とビデオ録画のために BS チューナを単独で動作させるときの軽負荷) によって発生する電圧変動によりレギュレータに加わる電圧を低くすることが難しく、かなりの電力損失が発生していた。

今回、この電力損失の削減、およびこれに伴って可能となる放熱器レスを目的に BS 用電源レギュレータ部分に DC-DC コンバータを採用した。DC-DC コンバータは高い変換効率をもち、また、入出力の電圧差によって変換効率がほとんど変化しないため三次巻線電圧をある程度自由に設定することができるとなり、前述の問題は一掃することができる。

今回は、DC-DC コンバータとして 3 系統の出力をもつハイブリッド IC、外付けのチョークコイル、フライホイールダイオードおよび平滑コンデンサで構成される他励降圧型チョッパ方式を採用した。ハイブリッド IC は、それぞれがスイッチトランジスタ、制御部および過電流・加熱保護機能を備えた 3 個のスイッチング制御用チップから成る 15 ピンの IC であり、マルチチップ構成になっている (図 3)。この方式の採用により、レギュレータの放熱器を削除するとともに基板面積の削

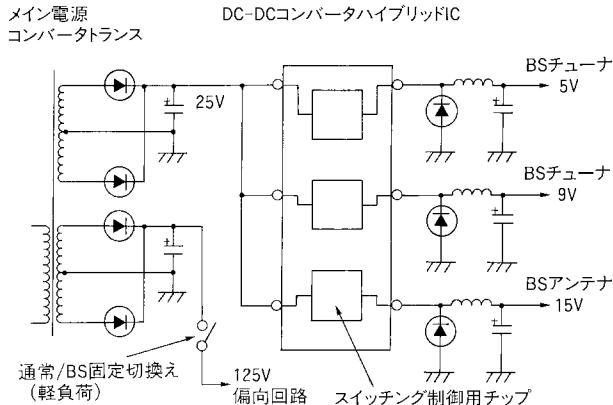


図3. BS 電源回路の構成 マルチチップのハイブリッド IC を用いた三系統の DC-DC コンバータで BS 電源を構成し、省電力を図った。

Configuration of BS power circuit

減を行っている。また、電源部の電力損失を 3 W (62%) 削減できた。

4 D 級増幅糸巻きひずみ補正回路

均一磁界で電子ビームを画面上左から右に偏向すると、ブラウン管の対角方向の飛距離が中心軸上よりも伸び図 4 のようなひずみを生ずる。

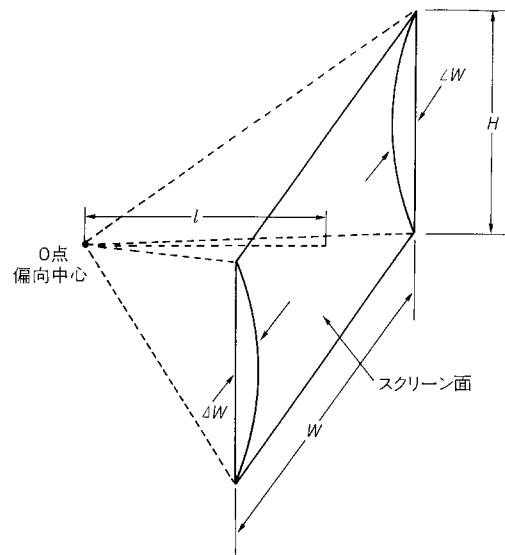


図4. 左右糸巻きひずみ 均一磁界で水平偏向をすると、スクリーン面から偏向中心までの距離とブラウン管面の曲率半径が異なるために画面上左右糸巻きひずみを生ずる。

Side pincushion distortion

これは、スクリーン面から偏向中心までの距離 (以下、 l とする) とブラウン管面の曲率半径が異なるために生ずるひずみであり、一般に左右糸巻きひずみと呼ばれる。偏向ヨーク内部の偏向磁界が均一でありブラウン管面の曲率半径が單一であるとすると、画面中央部のひずみ量は(1)式のように求められ、ブラウン管の偏向角が大きくなり距離 l が小さくなると、この距離の二乗に反比例して大きくなる。

$$\Delta W = \frac{1}{16} \cdot W \cdot \frac{H^2}{l^2} \quad (1)$$

このため、21 型以下のテレビについては偏向ヨークに補正片 (クロスアーム) を設け磁界分布を変えることによりこの補正を行っているが、広角 (110 度) のブラウン管を使用している 25 型以上についてはこの方法では完全に補正することができない、回路側での補正を行っている。

この回路補正として、従来の 25 型以上のテレビは水平偏向回路に A 級増幅器を設け、偏向ヨークの水平巻線両端に加わる電圧を A 級増幅器 (変調器) で変調することにより水平偏向電流を垂直周波数周期のパラボラ状に変化させ、左右糸巻き

ずみを補正している。

今回新しく開発したひずみ補正回路は、出力をパルス幅変調を用いたD級増幅器に変え、損失を減らすことにより出力トランジスタの放熱器を削除した。このときの回路構成を図5に示す。出力回路はパルス幅変調機能を備えた10ピンのモノリシックICから成り、出力トランジスタのデューティを変化させることにより第三の共振コンデンサに発生する負パルスをバラボラ状に変調する。この動作により、偏向ヨーク電流が変調され左右糸巻きひずみが補正される。

この回路は、ひずみ補正機能のほかに、受信している映像信号の変化により画面の明るさが変わり、フライバックトランジストの負荷が変動した場合に生ずる画面の水平振幅変化を抑制する機能も備えている。

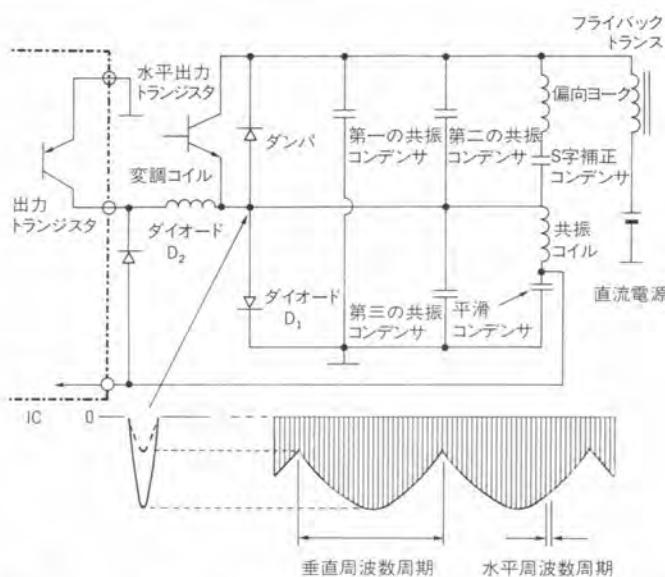


図5. D級増幅左右糸巻きひずみ補正回路 出力をパルス幅変調回路を備えた10ピンのICで構成し、動作をスイッチング(D級)にすることにより省電力を図った。

D-class amplifier for side pincushion correction circuit

5 あとがき

以上の技術のほかに、受信回路の電源を9Vに一本化することや5Vレギュレータをドロッパからチョッパ方式に変えるなどして、徹底して電力損失の削減を行った。その結果同一インチの大型テレビで28W(15%)の省電力を達成することができた(表2)。今後とも省電力に心がけたい。

表2. 消費電力の比較

Comparison of power consumption

項目 型名	発売時期	消費電力(W)
(a) 28DW1	1994年8月	190
(b) 28DW2E	1995年4月	162
(b)-(a)	—	28

また、冒頭で述べたように高調波電流に関する環境問題も大きな問題であり、これに対して通産省資源エネルギー庁は1994年の10月に“家電・汎用品高調波抑制対策ガイドライン”を発行した。日本電子機械工業会は、これに基づき1997年1月1日から製造する75W以上のテレビから対策を盛り込みたいとしている。これについて、今後の対応を考える必要がある。

電源偏向回路は、テレビの回路の中でもっともスペースが大きく電力も大きい回路であり、今後とも省電力、回路の簡素化と小型化による省スペースおよびさらなる標準化を積極的に推し進めていきたい。

文 献

- 原田耕介：これからのパワーエレクトロ技術、電子技術、36, 3, pp.9-12 (1994)
- 佐々木政則：省エネルギーについて、電気学会誌、110, 11, pp.891-892 (1990)
- 岡本洋三：コーニネレーションの現状と将来、IEEE Japan, 110, 11, pp. 910-914 (1990)
- 通商産業省エネルギー庁公益事業部監修：電気事業便覧平成6年度版、日本電気協会、pp.44-62
- 通商産業省エネルギー庁公益事業部編：電力需要の概要、44, pp.414-415 (1994)
- 福本 弘：シリーズ特集5 地球環境を考える、電気協会雑誌、pp.29-32 (1991, 1)
- United States Patent, No.4, 906, 903
- United States Patent, No.4, 935, 675

落合 政司 Masashi Ochiai



1971年入社。カラーテレビの電源偏向回路の開発・設計に従事。現在、深谷工場映像技術第一部課長。
Fukaya Works

仲尾 昇 Noboru Nakao



1971年入社。カラーテレビの電源偏向回路の開発・設計に従事。現在、深谷工場映像技術第二部主務。
Fukaya Works