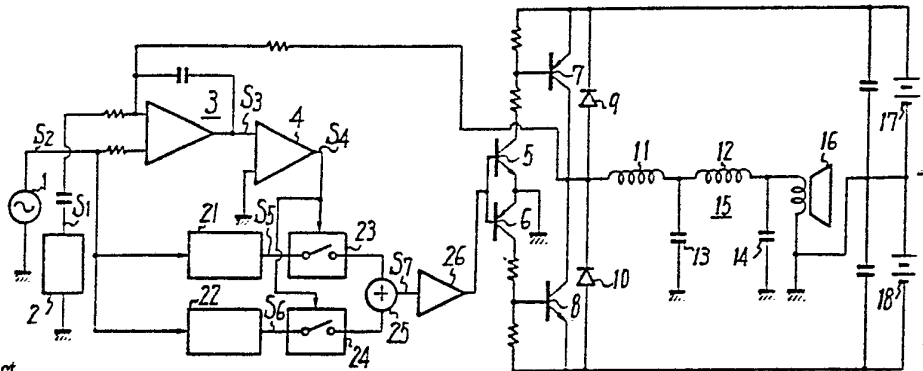


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類³ H 03 F 3/217; H 03 K 7/08</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO 82/00739</p> <p>(43) 国際公開日 1982年3月4日 (04. 03. 82)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP81/00188</p> <p>(22) 国際出願日 1981年8月25日 (25. 08. 81)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願昭55-118200</p> <p>(32) 優先日 1980年8月27日 (27. 08. 80)</p> <p>(33) 優先権主張国 JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP] 〒141 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/ 出願人 (米国についてのみ) 小泉 明夫 (KOIZUMI, Akio) [JP/JP] 〒274 千葉県船橋市飯山満町2丁目536-1-1-606 Chiba, (JP) 山岸 弘 (YAMAGISHI, Hiroshi) [JP/JP] 〒168 東京都杉並区高井戸西1-27-28 Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 伊藤 貞 (ITO, Tei) 〒160 東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 (新宿ビル) Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 AU, DE (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), NL (欧州特許), US.</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書, 補正書, 説明書.</p>		

(54) Title: POWER AMPLIFIER

(54) 発明の名称 電力増幅器



(57) Abstract

A PWM signal power amplifier has a pulse width modulation signal generator circuit for generating a pulse width modulation signal having a width proportional to the amplitude of the input signal, an amplitude modulator circuit for amplitude-modulating the pulse width modulation signal in response to the level of the input signal, and a power amplifier stage driven by the modulated pulse width modulation signal. The amplitude modulator has, for instance, a pair of level shifting circuits (21), (22) to which an input signal is applied, a pair of switching circuits (23), (24) for switching the outputs of the level shifting circuits in accordance with the pulse width modulation signal, and an adder (25) for adding the outputs of the switching circuits. The amplitude modulated pulse width modulation signal can be obtained at the output of the adder, and efficiently drive the power amplifier stage using a bipolar transistor.

(57) 要約

PWM信号用電力増幅器は、入力信号の振幅に比例したパルス幅変調信号発生回路と、上記入力信号のレベルに応じて上記パルス幅変調信号を振幅変調する振幅変調回路と、上記振幅されたパルス幅変調信号により駆動される電力増幅段とを備えている。振幅変調器は、一例として、入力信号が夫々供給される一対のレベルシフト回路(21)、(22)と、このレベルシフト回路の夫々の出力を上記パルス幅変調信号によりスイッチングする一対のスイッチング回路(23)、(24)と、このスイッチング回路の夫々の出力を加算する加算器(25)により構成され、この加算器の出力に振幅変調されたパルス幅変調信号を得ることができるとともに、この信号によりバイポーラ・トランジスタを用いた電力増幅段を効率良く駆動することが可能である。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を特定するために

使用されるコード

AT	オーストリア	KP	朝鮮民主主義人民共和国
AU	オーストラリア	LI	リヒテンシュタイン
BR	ブラジル	LU	ルクセンブルグ
CF	中央アフリカ共和国	MC	モナコ
CG	コンゴ	MG	マダガスカル
CH	スイス	MW	マラウイ
CM	カメルーン	NL	オランダ
DE	西ドイツ	NO	ノールウエー
DK	デンマーク	RO	ルーマニア
FI	フィンランド	SE	スウェーデン
FR	フランス	SN	セネガル
GA	ガボン	SU	ソヴィエト連邦
GB	イギリス	TD	チャード
HU	ハンガリー	TC	トーゴ
JP	日本	US	米国

明 細 書

発明の名称 電力増幅器

技術分野

5 本発明は電力増幅器に関し、特にパルス幅変調信号
(PWM信号)を効率良く増幅するようにした電力増
幅器に関する。

背景技術

従来、PWM信号を増幅する電力増幅器としていわ
ゆるD級増幅器が知られている。斯るD級増幅器は出
10 力段のトランジスタがスイッチングモードで動作する
ので出力トランジスタの発熱が少なく、小型大出力用
の電力増幅器として用いられている。一般にスイッチ
ング周波数は高い程、効率が良くなるので、スイッチ
ングトランジスタとしては高速動作が可能な電界効果
15 型トランジスタが用いられている。

而しながら電力増幅用の電界効果型トランジスタは
バイポーラ型トランジスタに比較して高価になる欠点
があつた。

一方、バイポーラ型トランジスタはキャリア蓄積効
20 果によりスイッチング周波数を高く設定できないため
効率のよい電力増幅ができないという欠点があつた。

発明の開示

従つて、本発明の第1の目的は上記欠点を除去した
電力増幅器を提供することにある。



本発明の他の目的は電力増幅段にバイポーラ型トランジスタを用いて、効率の良い増幅を行なうようにした電力増幅器を提供することにある。

本発明の一例に依れば、電力増幅器は入力信号の振幅に比例したパルス幅変調信号発生回路と、上記入力信号のレベルに応じて上記パルス幅変調信号を振幅変調する振幅変調回路と、上記振幅変調されたパルス幅変調信号により駆動される電力増幅段とを備え、効率の良い電力増幅を行なうことができる。

10 図面の簡単な説明

第1図は従来のPWM方式の電力増幅器の一例を示す回路構成図、第2図乃至第4図は第1図の動作説明に供するための特性図、第5図は本発明の一実施例を示す回路構成図、第6図は第1図及び第5図の動作説明に供するための信号波形図、第7図及び第8図は第5図の動作説明に供するための特性図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の説明に先立つて斯の種従来の電力増幅器として例えば第1図に示すような終段のトランジスタが飽和形エミッタ接地の一例について説明する。すなわち第1図において、(1)は第6図Bに示すような略々正弦波の入力信号 S_2 を発生する入力信号源、(2)は第6図Aに示すようなクロック信号 S_1 を発生する基準信号源、(3)はクロック信号 S_1 に基づいて入力信号 S_2 を



積分して第 6 図 C に示すような鋸歯状波信号 S_3 を発生する積分器、(4)は鋸歯状波信号 S_3 と基準レベル (0 レベル) を比較して第 6 図 D に示すような PWM 信号 S_4 を発生する比較器である。

5 また(5)～(8)は電圧増幅部を構成するトランジスタであつて、終段のトランジスタ(7)、(8)のエミッタ-コレクタ間と夫々に並列に電荷吸収用のダイオード(9)、(10)が接続される。不飽和形の場合はこれらのダイオードはベース-コレクタ間に接続される。そしてトランジスタ(7)、(8)の出力信号はコイル(11)、(12)及びコンデンサ(13)、(14)から成るフィルタ(15)を通してスピーカ(16)より放音される。(17)、(18)は直流電源である。

15 ところでこのように終段のトランジスタが飽和形エミッタ接地の構成とされた電力増幅器の場合 $V_{CE(ON)}$ が低いため高効率が期待できるが、その時の動作点 P が第 2 図に示すように飽和領域にあるため、トランジスタ(7)、(8)のベースに供給される電流がなくなつてもトランジスタ(7)、(8)には電荷が残り、この結果コレクタ電流がすぐにオフにならず、トランジスタ(7)のエミッタ-コレクタ路からトランジスタ(8)のコレクタ-エミッタ路を通して電流が流れて効率を劣化させる原因となつている。第 3 図はこの状態を示しており、トランジスタ(7)、(8)に夫々第 3 図 A、B に示すような或る
20 ベース電流 I_{B7} 、 I_{B8} が供給されると第 3 図 C に示す

ようなコレクタ電流 I_{C7} 、 I_{C8} が夫々流れ、通常はベース電流 I_{B7} 、 I_{B8} が流れなくなるとコレクタ電流 I_{C7} 、 I_{C8} も略々同時に流れなくなる筈であるが、上述の如く電荷が残っているとこのために第3図に斜線で示すようにコレクタ電流 I_{C7} 、 I_{C8} が重畳して流れる部分が生じ、この電流はトランジスタ(7)から(8)へと流れてしまい、これが効率を劣化させるわけである。

これは従来最適のバイアス設定を行う場合有効なダイナミックレンジを広くすべくベース電流は大出力時のコレクタ電流 $I_{C(max)}$ を考えて設計するので、中出力時にはベース電流が多すぎて、蓄えられている電荷を吸い取るのに時間がかかるからである。つまり例えば第2図に示すように従来は中出力時の動作点は飽和領域に入る直前の P' の位置にあるも大出力時には完全に飽和領域に入った P の位置になり、この動作点 P のベース電流 I_{B1} を最適のバイアス設定として固定し、動作させるようにしているので、中出力時には本来ベース電流 I_{B2} で済むものをベース電流 I_{B1} と I_{B2} の差の分だけ余計ベース電流を流すことになり、それだけ蓄えられた電荷を吸い取るのに時間を要するからである。

第4図は上述の如く動作設定された従来の電力増幅器の出力 - 損失特性を示すもので、第4図において曲線 a は $V_{CE(ON)}$ による損失を表わす特性、曲線 b はス

スイッチングスピードによる損失を表わす特性、曲線 c は前二者の両損失の総合を表わす特性である。

このように従来の電力増幅器の場合ベース電流を固定し、 $V_{CE(ON)}$ の位置が飽和領域にあるので、蓄えられた電荷の吸収に時間を要し、その間第 3 図に関連して説明したようなトランジスタ (7) から (8) へ電流が流れるので効率が劣化し、その時の損失も第 4 図からもわかるようにきわめて大きいものとなる。

本発明は斯る点に鑑みてとされたもので、損失の少ないきわめて高効率の電力増幅器を提供するものである。

以下本発明の一実施例を第 5 図乃至第 8 図に基づいて詳しく説明する。

第 5 図は本実施例の回路構成を示すもので、第 5 図において第 1 図と対応する部分には同一符号を付し、その詳細説明は省略する。本実施例では入力信号源 (1) から供給される入力信号 S_2 を夫々正側及び負側にレベルシフトする正レベルシフト回路 (21) 及び負レベルシフト回路 (22) を設け、その出力側に第 6 図 E に破線で示すような信号 S_5 、 S_6 を取り出すようにする。そしてこの取り出した信号 S_5 、 S_6 を、比較器 (4) からの PWM 信号 S_4 によりその開閉を制御されるスイッチ回路 (23)、(24) を介して加算器 (25) へ供給し、その出力側に第 6 図 E に実線で示すような信号 S_7 を得る。つまり加算器 (25)

の出力側には PWM 信号 S₄ を正及び負にレベルシフトされた信号 S₅、S₆ により振幅変調して取り出す。

そしてこの振幅変調された PWM 信号 S₇ を、バッファ回路 (26) を介してトランジスタ (5)、(6) のベースに選択的に供給するようにする。その他の構成は第 1 図の場合と同様である。

次に本実施例の回路動作を説明する。いま入力信号源 (1) より第 6 図 B に示すような入力信号 S₂ が出力されると、この信号 S₂ は積分器 (3) で基準信号源 (2) からの第 6 図 A に示すようなクロック信号 S₁ に基づいて積分され、第 6 図 C に示すような鋸歯状波信号 S₃ に変換される。そしてこの信号 S₃ は比較器 (4) に供給されてここで基準レベルと比較され、もつて比較器 (4) の出力側には第 6 図 D に示すような PWM 信号 S₄ が発生される。

一方入力信号源 (1) からの入力信号 S₂ はレベルシフト回路 (21)、(22) にも供給され、ここで夫々正側及び負側にレベルシフトされ、もつてレベルシフト回路 (21)、(22) の出力側には夫々第 6 図 E に破線で示すような信号 S₅、S₆ が出力され対応するスイッチ回路 (23)、(24) に供給される。スイッチ回路 (23)、(24) は比較器 (4) の出力側に得られた PWM 信号 S₄ によつてそのスイッチの開閉を制御されて、入力される信号 S₅、S₆ を選択的に出力する。つまり PWM 信号 S₄ が正の時はスイッチ回路 (23)



を閉成して正側にレベルシフトされた信号 S5 を出力し、PWM 信号 S4 が負の時はスイッチ回路 (24) を閉成して負側にレベルシフトされた信号 S6 を出力する。そしてこの出力された信号を加算器 (25) へ順次供給し、も
 つて加算器 (25) の出力側には第 6 図 E に実線で示すよう
 な信号 S7 が得られる。つまり振幅変調された PWM 信
 号 S7 が得られる。

そしてこの信号 S7 によりトランジスタ (5)、(6) が制御され、対応するベース電流が終段のトランジスタ (7)、
 (8) へ供給される。この時トランジスタ (7)、(8) が飽和動作するためのベース電流 I_B は、トランジスタ (7)、(8) のコレクタ電流、電流増幅率を I_C 、 h_{FE} とすると、次式の如く設定される。

$$I_B \approx (1.5 \sim 3) \frac{I_C}{h_{FE}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

つまり PWM 信号 S4 を入力信号 S2 により振幅変調した信号 S7 によつてトランジスタ (7)、(8) のベース電流を変えて常に上記 (1) 式を満足させるようにする。

このときトランジスタ (7)、(8) の動作点 $P_1 \sim P_3$ は第 7 図に示すようにコレクタ電流 I_C の増減に応じて常に飽和領域に入る直前を移動する。つまり各出力に対応して必要とする最小限度のベース電流のみがトランジスタ (7)、(8) に供給され、ベース電流が供給されなくなるとすぐにコレクタ電流が流れなくなるので、第 1



図の如くトランジスタ(7)、(8)に電荷が蓄積され、ベース電流がなくなつてもコレクタ電流がすぐにオフにならず、トランジスタ(7)のエミッタ-コレクタ路からトランジスタ(8)のコレクタ-エミッタ路を第3図Cに斜線
5 線で示すような部分の電流が実質的に流れることもない。

第8図は本実施例における出力-損失特性を示すもので、第8図において曲線aは $V_{CE(ON)}$ による損失を表わす特性、曲線bはスイッチングスピードによる損失
10 失を表わす特性、曲線cは前二者の両損失の総合特性を表わす特性である。この第8図と従来回路の損失特性を表わす第4図とを比較すると、本回路は大幅に出力-損失特性が改善されていることがわかる。また第8図からもわかるように本回路では出力-損失特性が
15 略々直線的に変化するため出力の全域にわたつて歪率も改善される。

上述の如く本発明によれば、出力段のトランジスタのベースに供給するPWM信号を更に入力信号で振幅変調し、所定範囲でベース電流を変えて常に出力段のト
20 ンジスタの動作点はその飽和領域に入る直前にあるように制御したので、 $V_{CE(ON)}$ による損失やスイッチングスピードによる損失等が少なく、低歪率で高効率の電力増幅器を得ることができる。

請 求 の 範 囲

1. 入力信号の振幅に比例したパルス幅変調信号を発生する手段と、上記入力信号のレベルに応じて上記パルス幅変調信号を振幅変調する変調手段と、上記
5 振幅変調されたパルス幅変調信号により駆動される電力増幅段とを備えたことを特徴とする電力増幅器。
2. 電力増幅段は一对のコンプリメンタリ・プッシュアップ接続されたバイポーラ・トランジスタから成ることを特徴とする請求の範囲第1項記載の電力増幅
10 器。
3. パルス幅変調手段は入力信号源、クロック信号源及び電力増幅段の夫々の出力信号を積分する積分手段と該積分手段の出力信号を基準電圧と比較する比較手段とから成り、該比較手段の出力端子に上記パ
15 ルス幅変調信号を出力するようにしたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の電力増幅器。
4. 振幅変調手段は入力信号が夫々供給される一对のレベルシフト手段と、該レベルシフト手段の出力信号をパルス幅変調信号により夫々スイッチングする
20 一对のスイッチング手段と、該一对のスイッチング手段の夫々の出力を加算する加算手段とから成ることを特徴とする請求の範囲第1項記載の電力増幅器。
5. 電力増幅段の一对のトランジスタは夫々エミッタ接地回路型式に接続されたことを特徴とする請求の

10

範囲第 2 項記載の電力増幅器。

6. 一対のレベルシフト手段は入力信号のレベルを夫
夫正及び負の方向へ所定値だけレベルシフトするよ
うにしたことを特徴とする請求の範囲第 4 項記載の
5 電力増幅器。

10

1.5

20



補正された請求の範囲

(国際事務局により1982年1月13日 (13. 01. 82) 受理)

1. (補正後) 入力信号の振幅に比例したパルス幅変調信号を発生する手段と、上記入力信号が夫々供給される一対のレベルシフト手段と、該一対のレベルシフト手段の出力信号を上記パルス幅変調信号により夫々スイッチングする一対のスイッチング手段と、該一対のスイッチング手段の夫々の出力を加算する加算手段とを備え、該加算手段の出力から上記入力信号のレベルに応じて振幅変調されたパルス幅変調信号を得ると共に電力増幅段へ供給するようにしたことを特徴とする電力増幅器。
2. (補正後) 一対のレベルシフト手段は入力信号のレベルを夫々正及び負の方向へ所定値だけレベルシフトするようにしたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の電力増幅器。
3. (補正後) パルス幅変調手段は入力信号源、クロック信号源及び電力増幅段の夫々の出力信号を積分する積分手段と、該積分手段の出力信号を基準電圧と比較する比較手段とから成り、該比較手段の出力端子に上記パルス幅変調信号を出力するようにしたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の電力増幅器。
4. (補正後) 電力増幅段は一対のコンプリメンタリ・プッシュプル接続されたバイポーラ・トランジスタから成ることを特徴とする請求の範囲第1項記載の電

力増幅器。

5. (補正後) 電力増幅段の一对のトランジスタは夫
夫エミッタ接地回路形式に接続されたことを特徴とす
5 る請求の範囲第4項記載の電力増幅器。

10

15

20

25



第19条に基づく説明書

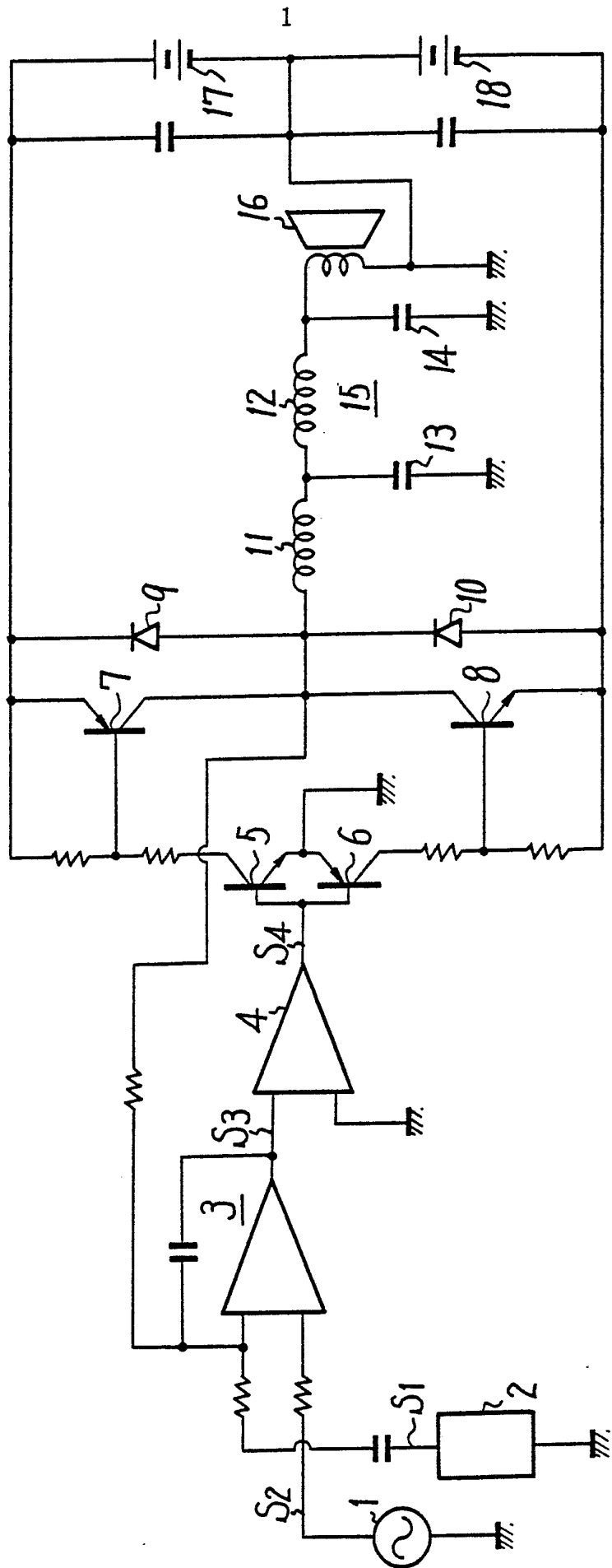
差換用紙に記載した請求の範囲は最初に提出した請求の範囲と以下の点で相違する。

請求の範囲第1項、第2項、第3項、第5項及び第6項を本発明の要旨を一層明確にすべく補正して、之等を請求の範囲第1項、第2項、第3項、第4項及び第5項とした。

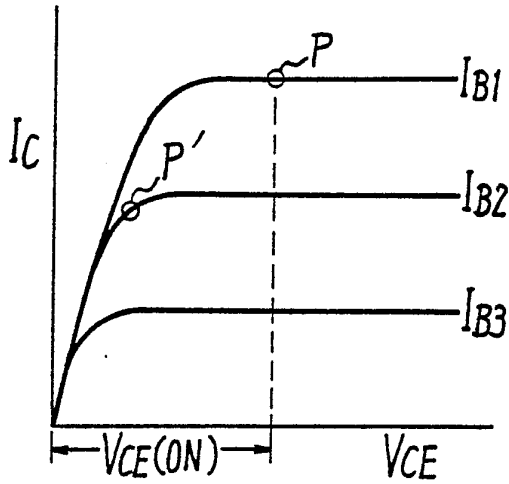
原請求の範囲第4項は削除した。



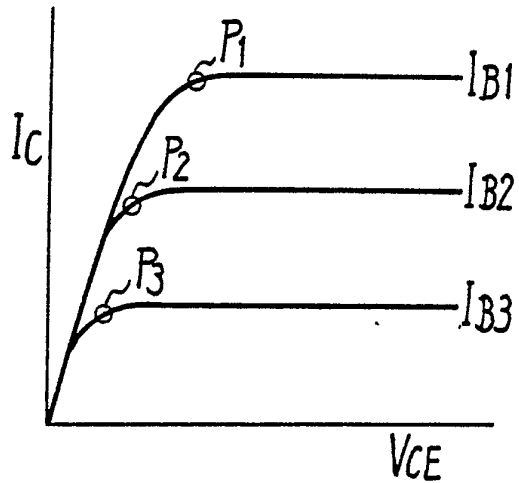
第 1 図



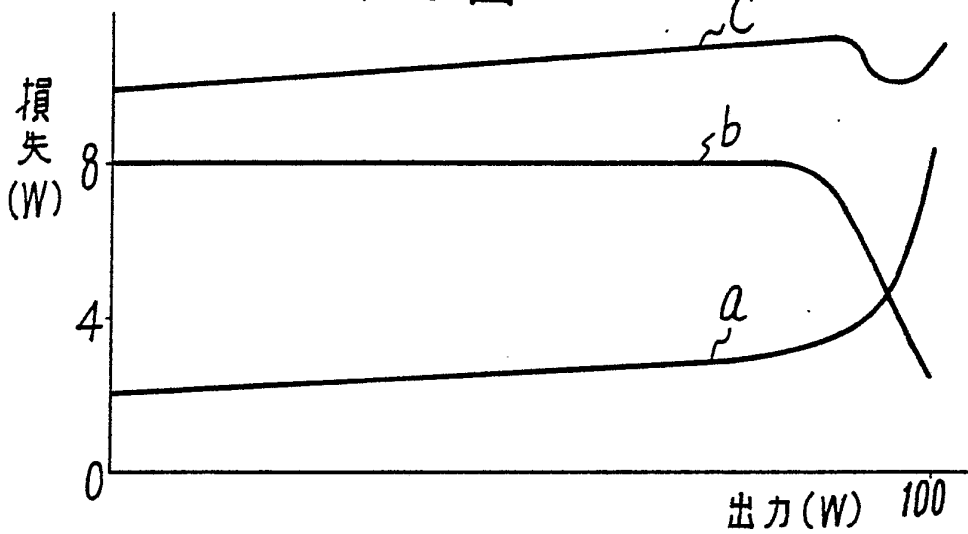
第 2 図



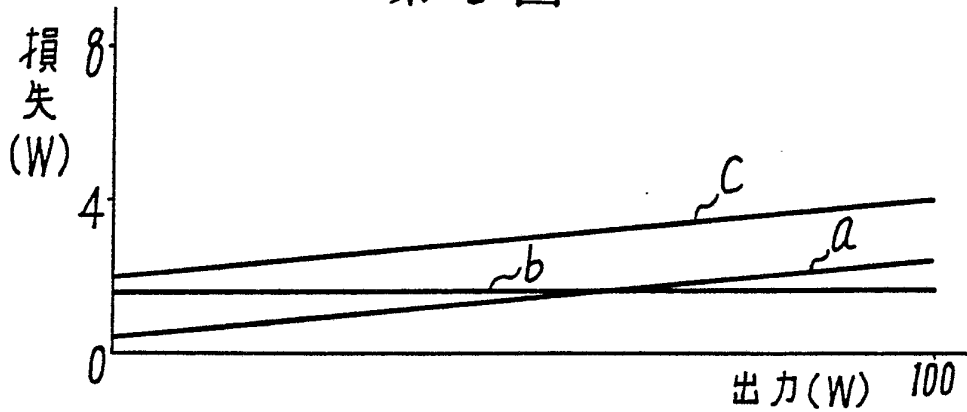
第 7 図



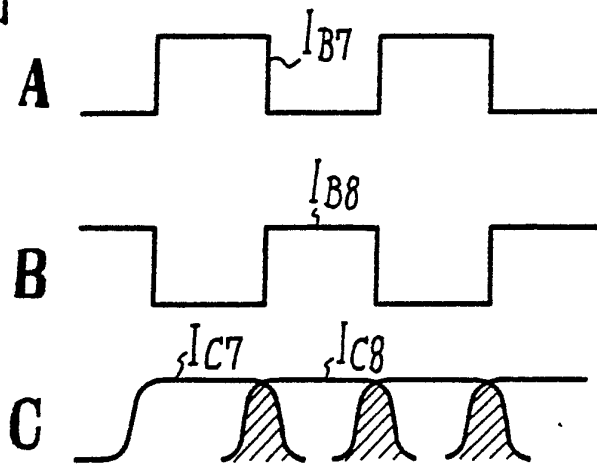
第 4 図



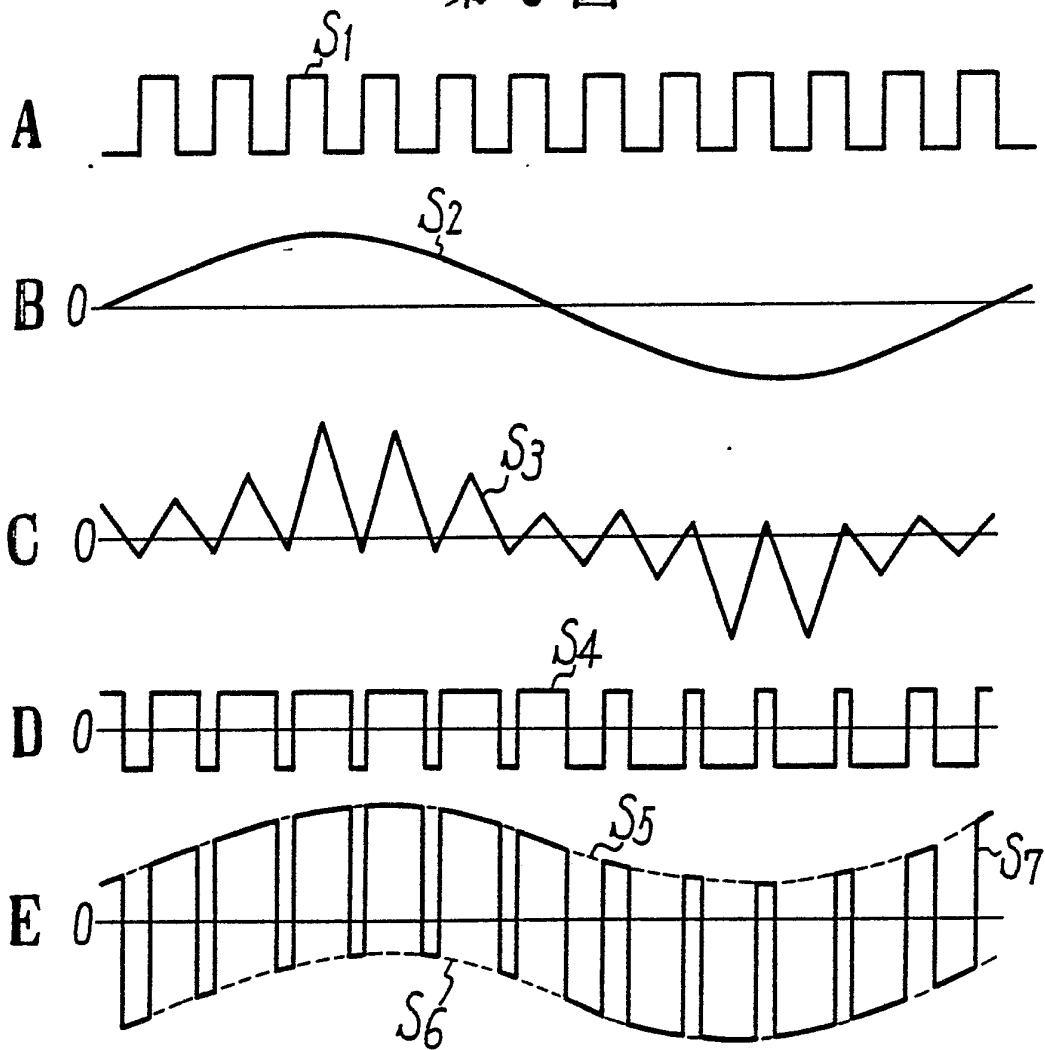
第 8 図



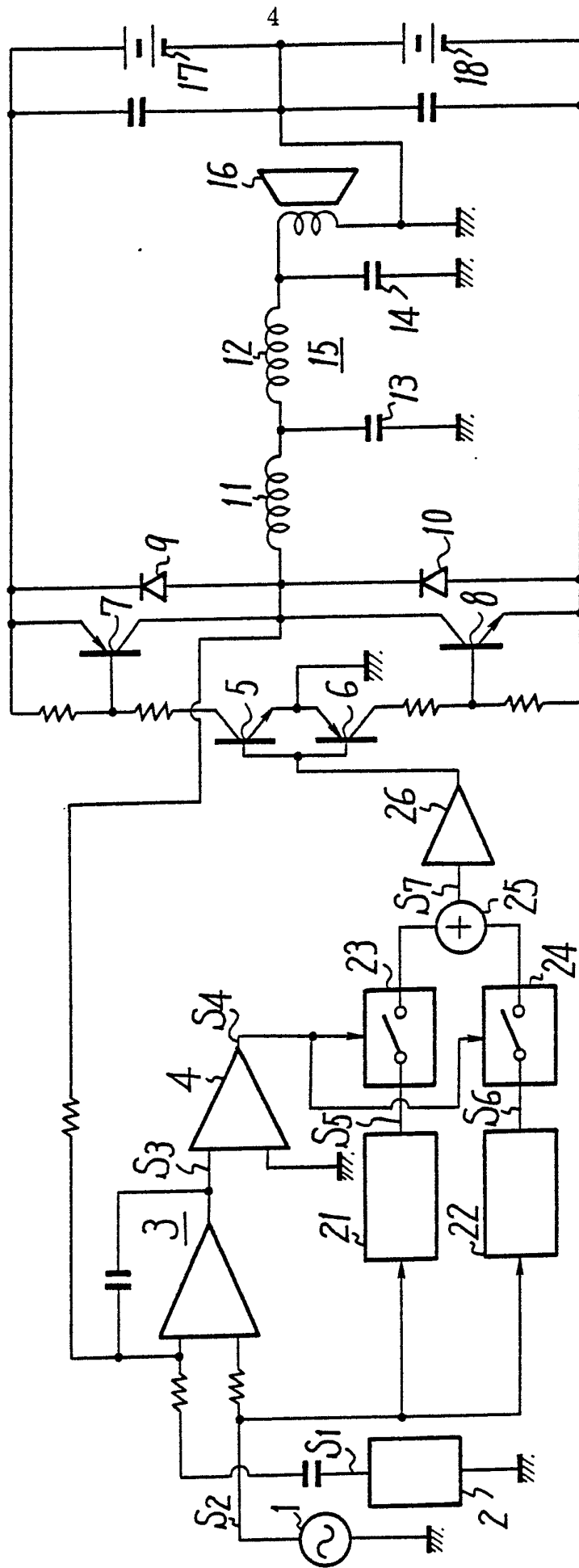
第 3 图



第 6 图



第 5 图



(1)は入力信号源、(2)は基準信号源、(3)は積分回路、(4)は比較器、(7)及び(8)は夫々トランジスタ、(21)は正レベルシフト回路、(22)は負レベルシフト回路、(23)及び(24)は夫々スイッチ回路、(25)は加算器である。

5

10

15

20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/JP81/00188

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³				
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC				
Int. Cl. ³ H03F 3/217, H03K 7/08				
II. FIELDS SEARCHED				
Minimum Documentation Searched ⁴				
Classification System	Classification Symbols			
I P C	H03F 3/217, H03K 7/08			
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵				
Jitsuyo Shinan Koho	1968 - 1981			
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1972 - 1981			
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴				
Category *	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸		
X	JP,A, 52-84945 (Mitsubishi Electric Corporation) 1977-7-14	1 - 3, 5		
X	JP,U, 55-100323 (Nippon Electric Co., Ltd.) 1980-7-12	1 - 3, 5		
A	JP,A, 52-84945 (Mitsubishi Electric Corporation) 1977-7-14	4, 6		
A	JP,U, 55-100323 (Nippon Electric Co., Ltd.) 1980-7-12	4, 6		
<p>* Special categories of cited documents: ¹⁸</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>"A" document defining the general state of the art</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <p>"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed</p> <p>"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance</p> </td> </tr> </table>			<p>"A" document defining the general state of the art</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p>	<p>"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed</p> <p>"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance</p>
<p>"A" document defining the general state of the art</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document cited for special reason other than those referred to in the other categories</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p>	<p>"P" document published prior to the international filing date but on or after the priority date claimed</p> <p>"T" later document published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application, but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance</p>			
IV. CERTIFICATION				
Date of the Actual Completion of the International Search ¹	Date of Mailing of this International Search Report ¹			
November 9, 1981 (09.11.81)	November 16, 1981 (16.11.81)			
International Searching Authority ¹	Signature of Authorized Officer ²⁰			
Japanese Patent Office				

I. 発明の属する分野の分類		
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. ³ H 03 F 3/217, H 03 K 7/08		
II. 国際調査を行った分野		
調査を行った最小限資料		
分類体系	分類記号	
IPC	H 03 F 3/217, H 03 K 7/08	
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの		
日本国実用新案公報 1968-1981年 日本国公開実用新案公報 1972-1981年		
III. 関連する技術に関する文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
X	JP, A, 52-84945 (三菱電機株式会社) 1977-7-14	1~3, 5
X	JP, U, 55-100323 (日本電気株式会社) 1980-7-12	1~3, 5
A	JP, A, 52-84945 (三菱電機株式会社) 1977-7-14	4, 6
A	JP, U, 55-100323 (日本電気株式会社) 1980-7-12	4, 6
<p>*引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 一般的技術水準を示す文献 「E」 先行文献ではあるが国際出願日以後に公表されたもの 「L」 他のカテゴリーに該当しない文献 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前でかつ優先権の主張の基礎となる出願の日以後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日以後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献</p>		
IV. 認 証		
国際調査を完了した日 09.11.81	国際調査報告の発送日 16.11.81	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)	権限のある職員 特許庁審査官 倉 地 保 幸	5 J 7 8 2 7 