

カーコンポーネント “**bio**” 200シリーズ

Car Component “**bio**” 200 Series

内 山 幹 夫⁽¹⁾ 藤 原 進⁽²⁾ 井 上 宏 幸⁽³⁾
Mikio Uchiyama Susumu Fujihara Hiroyuki Inoue

要 旨

近年、カーオーディオに対するユーザーニーズは多様化し、より良い音、豊富な機能の提供と、デザイン、操作性、視認性など広範囲にわたる厳しい要求を満たした製品が必要とってきている。一方、車載用として許される取付けスペースは制約を受け、コンパクト化への対応が必要となっている。このような要求、条件に対応した製品を提供するには、従来技術の延長のみならず、種々の新しい技術の導入が必要とってきている。

本稿では、最近製品化した当社のカーコンポーネント “**bio**” 200シリーズに使用され、操作を可能としているマイクロコンピュータの応用状況、テープ雑音抑圧技術、FM受信性能改良技術、その他についての紹介と解説を行い、あわせて、各製品のシステム、特長などを紹介する。

Customers of a car audio system today often want more than they used to. Not only better sound and variety of functions but smart appearance and easy operation are their concern. At the same time, cars today must also meet the same demands. Consequently the space available for the audio system is limited.

To provide all that is desired, traditional technology and technique were insufficient and new ones had to be developed. This paper introduces new technologies used in recently developed products of the “**bio**” 200 series: microcomputer, tape noise reduction, and improved FM reception, and also explains the system and characteristics of each product.

1. ま え が き

カーオーディオに対するユーザの要望はますます高度化し、ホームユースと同じレベルの性能、機能、デザインを求めている。特に最近では、20歳代前半の年令層がユーザの大半を占め、この年令層の持つ感覚にマッチした商品でなければならない。彼らは音質の良さは当然のこととし、さらにひとつでも多くの機能と第三者に装置を認めさせるデザインを求めている。

“bjo” 200シリーズは、このようなユーザーズを背景に製品化したカーコンポーネントステレオであり、製品化にあたって下記項目に重点をおいた。

- 1) 音質を決定する特性項目の向上（周波数特性、S/N、ワウ・フラッタ、歪率など）
- 2) 装置を制御する操作系の改善とフィーリングの向上
- 3) 高級感を与えるデザインの実現と、新素材、表面処理の採用
- 4) システムを構成するコンポーネント（チュー

ナ、グラフィックイコライザ、パワーアンプ）の小型化

- 5) 各コンポーネントに対する新機能の追加
- 以下に本システムの概略と、上記項目に対する対応例について述べる。

2. “bjo” 200シリーズのシステム概略

本シリーズは、チューナ、デッキ、グラフィックイコライザ、アンプの各コンポーネント群と、補助コンポーネントのラジオコントロールユニット、フェーダユニットより構成されている。図-1に全システムを示す。

2.1 カセットデッキ

本システムにおいてカセットデッキは、①テープの再生に関連する機能、②システム全体の音量、音質調整機能をもつ。

①項の機能はさらに、カセットカートリッジのローディング、アンローディング、テープの走行（PLAY、FF、REWなど）を受けもつデッキメカニズムとその制御回路、磁気ヘッドに誘起された電気信号の増幅およびイコライジング回路、

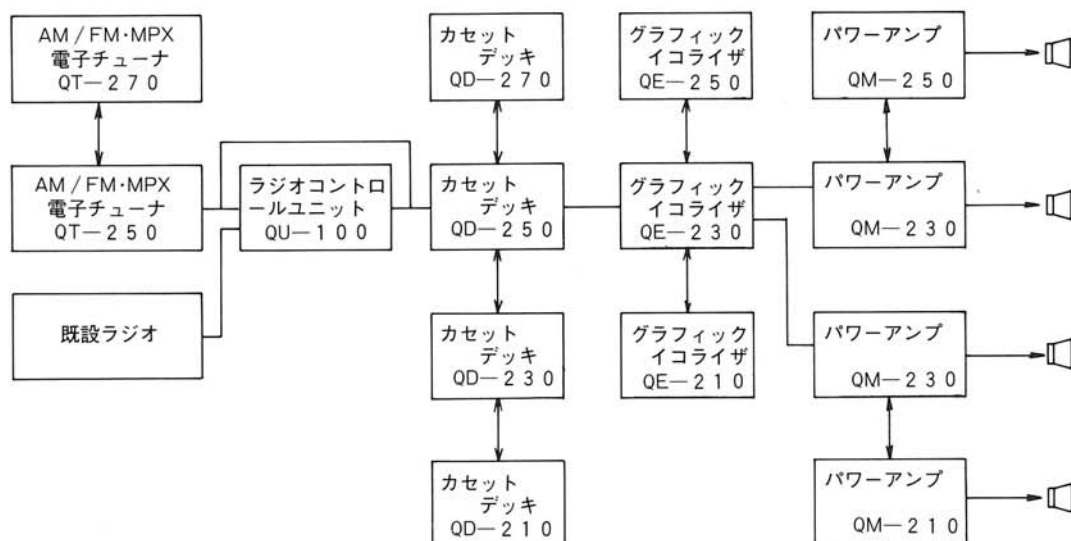


図-1 全システムのブロックダイアグラム

Fig. 1 Block diagram of total system.

信号に含まれる雑音を抑圧するノイズリダクションシステム回路などにより構成されている。なお②項の機能を持っているため、後述のチューナの信号はカセットデッキに接続する必要がある。

上述の機能にはそれぞれ異なった種類があり、ひとつのコンポーネントに全てを搭載することは物理的、価格的に不可能である。本シリーズではこれらの機能を適宜組合せ、4機種のコンポーネントとした。表-1に機種と機能の関係を、図-2に代表機種QD-250の外観と操作機能を示す。

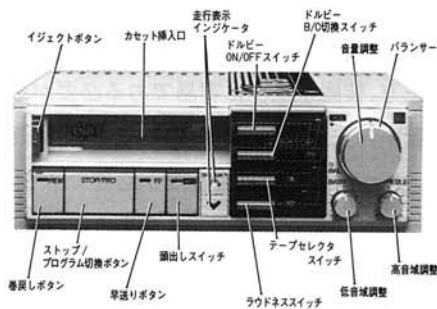


図-2 QD-250の外観と操作機能

Fig. 2 Operations and functions of QD-250.

2.2 パワーアンプ

カセットデッキの基準出力レベルは100 mVで設計されている。パワーアンプは、この信号をスピーカを駆動するレベルまで電力増幅する機能と、車両より供給される直流電源に含まれる雑音成分除去と、他コンポーネントへの電源供給機能（システムの電源ON-OFFを含む）をもつ。

パワーアンプに要求される出力は、スピーカの使用数と能率、ユーザの平均聴取音圧レベル、車室内の騒音レベル、および音源のダイナミックレンジにより決定することができる。しかし、それぞれにバラツキが多く、単純には決められない。したがって、本シリーズではそれぞれチャンネルあたり最大6W、25W、40Wの出力を2系統もつQM-210、QM-230、QM-250を製品化し、バラツキへの対応はユーザの好みによる選択に任せることとした。

2.3 チューナ

チューナは、アンテナに誘起された信号を選択増幅し、オーディオ信号に復調するまでの機能を分担する。従来のチューナは、選局手段として、

表-1 デッキの種類と機能

	QD-210	QD-230	QD-250	QD-270
テープ走行方式	ノ ン リ バ ー ス	オ ー ト リ バ ー ス	←	←
制 御 方 式	—	ロジックコントロール	←	マイコンコントロール
操 作 方 法	ソ フ ト タ ッ チ	フ ェ ザ ー タ ッ チ	←	←
パック・ローディング	マニュアルローディング	←	←	パワーローディング
イ ジ ェ ク ト	マニュアルイジェクト オートイジェクト	←	←	パワーイジェクト 2-way イジェクト
自 動 選 曲	前 後 1 曲	←	←	最大 前後7曲
リピータ演奏	—	—	—	最大 7回
ノイズリダクション	DNR	←	ドルビーB-C	←
テ ー プ 選 択	ノーマル/ クロム・メタル	←	←	←
音 質 調 整	バス/トレブル ラウドネス	← ←	← ←	← ←
そ の 他	—	—	—	リモコン用入力端子

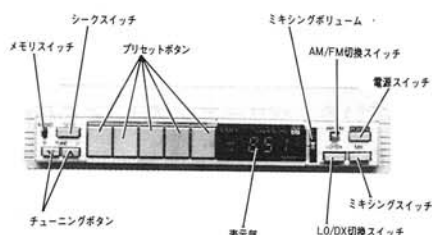


図-3 QT-250の外観と操作機能

Fig. 3 Operations and functions of QT-250.

コイル内に磁性体をおき、機械的位置を変化させインダクタンスを変化させていた。したがって、選局時にはメカニズムを人の力で動かす必要があり、その方法も手動同調、メカニカルプリセット同調などに限られていた。しかし、半導体技術、回路技術の進歩に伴い、可変容量ダイオード、PLL回路、マイクロコンピュータの組合せ使用による放送受信が可能となり、このため性能、機能において従来方式より優れた製品開発が可能となった。

本シリーズにおいても、この純電子制御による受信方式を採用し、選局機能とFM受信性能改善回路の有無による差別化をはかった2機種を製品化した。図-3にQT-250の外観と操作機能を示す。

2.4 グラフィックイコライザ

車室内にオーディオ装置を設置したとき、車室内の容積、スピーカの取付け位置などが車種により異なり、装置の電氣的、音響的特性が理想的であっても、結果として得られる聴感上の特性には不満が残る。グラフィックイコライザは、この不満を周波数特性を可変とすることで解消させるものである。

この目的を達成するには、調整できる周波数の細分化と、スピーカそれぞれに対応したコントロールが望ましい。本シリーズでは可聴周波数帯域を9分割し、レベルコントロール範囲を ± 12 dBとして実用上十分な調整が可能なQE-210とQE

-230、また、4スピーカシステムに対し、フロント、リヤそれぞれ独立して調整できるQE-250の3機種を製品化した。

グラフィックイコライザは、カセットデッキとパワーアンプの間に接続して使用されるシステムになっており、入出力間の定格レベルは同一の100 mVである。したがって、本コンポーネントを機能させなくても、あるいはトータルシステムに含めなくてもよい。

2.5 各コンポーネントのサイズ

車両に許されるオーディオ用の容積に限界があるため各コンポーネントはより小さいことが望ましい。一方、装置の操作は容易である必要がある。特に運転中の安全確保上、使用頻度の高い操作ボタンなどについては特別の配慮が必要である。また機能をより多く望むユーザを満足させるには、必然的に操作ボタン類が増加する、これらは互いに相反する事象である。

本シリーズでは、これらの相反する項目を満足させるため、チューナ(QT-250)、グラフィックイコライザ(QE-210)、パワーアンプ(QM-210、QM-230)を、従来サイズより前面面積で半分にした 25×150 mmとし、機能面で実用上十分な範囲にしばり込み、操作性の悪化を防止している。なお、これ以外のコンポーネントは従来と同サイズとし、より多くの機能をもたせた。

3. 'Björ' 200シリーズの技術対応

3.1 FM受信性能の改善

FM放送を車両で移動しながら受信するとき、電波伝播上の欠点を克服する技術が必要である。その欠点のひとつにマルチパス歪がある。これはアンテナより放射された電波が受信アンテナに到達するまでに複数の経路をたどるため受信点でこれが合成される際に、位相差、時間差が生じることによって起こる。また、電界強度も、わずかな

受信場所の変化により 20~40 dB の急激な変動を伴う。この現象を克服するため従来は受信感度の向上や、復調された音声信号に種々の細工を加える技術で対応していた。しかし、本質的な対応でないため、満足できる受信性能を得るまでには達しない。

本シリーズの高級チューナ Q T-270 ではこの本質的な問題を改善するため、ダイバシティ受信システムを採用した。

3. 1. 1 ダイバシティアンテナシステム

ダイバシティアンテナシステムは、複数のアンテナを設け、受信信号が最良のものを選択するシステムで、使用するアンテナの数、特性などにより、指向性ダイバシティ、偏波面ダイバシティ、スペースダイバシティなどに区分される。本機では、改善効果、車載条件、コストなどを検討、2本のアンテナによるスペースダイバシティ方式を選択した。

1) 動作の概要

受信アンテナを移動させ、誘起される電圧を観測すると図-4の曲線A、Bに示す様な変化を示す。ここで、A、Bはアンテナの位置を若干ずらして設置したとき同時に得られる信号を示すものである。

電波状態の異なる複数の場所での実測データを分析した結果、1本のアンテナに比較し、2本の

アンテナの有利な方を選択すればマルチパスの回数で $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10}$ 、電界強度で10~20dBの改善が見込まれる。したがって、ダイバシティ受信においては、2本のアンテナのうち、常に有利な状態にあるアンテナ信号を受信機の復調に利用すればよい。そのために信号のレベルの検出とマルチパス歪の有無の検出を行い、アンテナを検出信号により切替えばよい。

2) 検出回路

検出回路は図-5に示したように、マルチパス歪検出回路、フェードアウト検出回路、イグニッションノイズ検出回路よりなる。マルチパス歪検出回路は、マルチパス歪が生じたときにパイロット信号19kHzの高調波成分が発生することから、57kHzの成分を検出する。フェードアウト検出回路は、I F増幅部のミュート用出力とSメータ出力を利用し、弱電界時に検出出力を出す。イグニッションノイズ検出回路は、車両のイグニッションノイズによる誤動作防止用であり、100kHz以上のノイズを検出する。以上の3種の検出信号を組合せて、切換制御回路に加えている。

3) 切換制御回路

切換制御回路は、2)項の検出出力と、スレッショールドレベルを比較し、比較出力でアンテナの切換を行っている。弱電界レベルの信号入力がある状態では約1msおきに比較を行っている

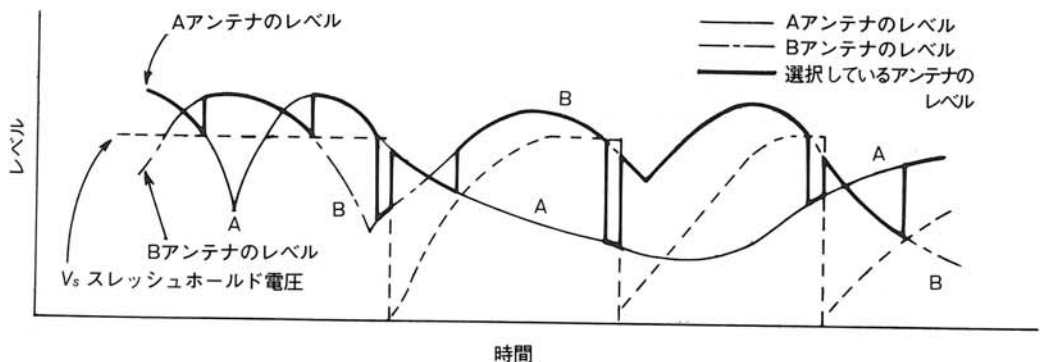


図-4 ダイバシティアンテナの入力信号

Fig. 4 Signals of Diversity antenna.

3.2 マイクロコンピュータによるカセットデッキ機能の拡大

デッキメカニズムの基本動作は

- 1) テープをある方向、あるいはその逆方向に一定のスピード (4.76cm/s) で走行させ、同時にそれぞれの状態に応じた巻取りを行う。
- 2) 早送り (FF) と巻戻し (REW) のふたつのモードがある。これらのモード切換は、通常機械的なマニュアル操作によって行われている。しかし、最近のデッキメカニズムは、モード切換えの機械的負荷が軽く設計されるようになり、電磁マグネットで制御することが可能である。すなわち、テープの状態 (録音されているか、無録音か)、走行状態 (動いているか、停止か) を電気信号で把握し、その信号をもとに、適宜デッキメカニズムをコントロールして、従来にない機能を実現することが可能である。ここで、マイクロコンピュータを使用し、予め決められたプログラム通りにデッキメカニズムを制御する技術が開発され、実際に利用されるに至っている。その実例のいくつかを以下に述べる。

3.2.1 頭出し機能

頭出し機能は、テープに録音されている複数の音楽の中より、任意の曲の録音開始部位を探し出し、プレイ状態にするものである。この目的に沿ったデッキメカの制御には、①マイコンに頭出し機能のプログラム選択指示を与える、②任意の曲に相当する N 値を与える、③早送り (または巻戻し) の指示を与える、といった操作を人間が行う。

以上の3つの指示を与えると、デッキメカは早送り状態で動作を開始し、テープ上の無録音部位に到達するごとに信号をマイコンに供給する。マイコンでは、無録音部位の信号の数 n と、予め与えられた N 値とを比較し、両者が一致したとき早送り状態を解除する信号をデッキメカに与え、プレイ状態に復帰させる。プレイ状態に復帰させる

時の動作の細部を図-8に示す。

図において、プレイ状態に換算した無録音部位の時間が一定値 T_e 以上であるとき、曲間であるという判定を行い、マイコンより 早送り 解除 信号がまず出される。このとき、テープは慣性によりオーバーランし、時間換算 T_o の位置で停止する。 T_o の値はテープの巻取り側の径により異なる値を取り、そのままプレイ状態にすると曲の始まり部分が欠損することになる。したがって適量の巻戻しを行う必要が生じ、その時間を T_R とす

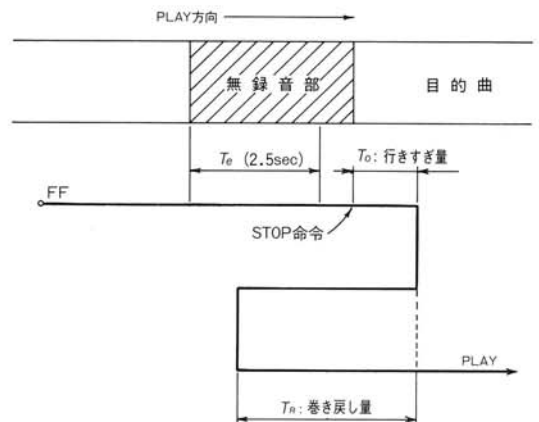


図-8 頭出し時の動作

Fig. 8 Movement of automatic program selector.

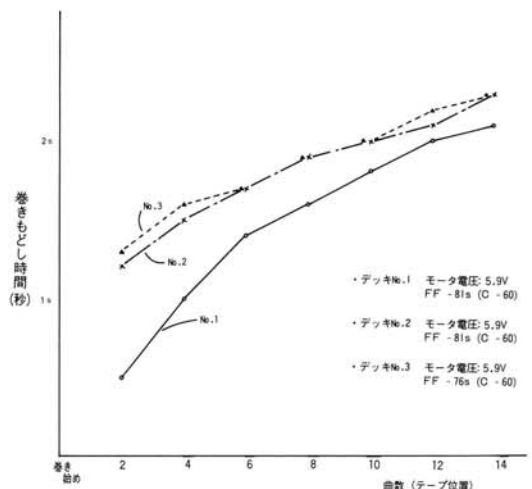


図-9 巻きもどし時間と曲数の相関

Fig. 9 Rewinding time VS A.P.S. numbers.

れば次式に示される値となる。

$$T_R = (K - A) \times S$$

K : 曲間判定基準時間

A : テープ量による補正時間

S : FF、PLAY速度比

マイコンではこの T_R の計算を行い、図に示す動作をデッキメカに与えている。

図-9にテープの位置と、実際の巻戻し量の実測値を示す。

3. 2. 2 リピート機能

リピート機能は、テープ上に複数録音されている曲のうち、ひとつの曲を繰返し再生させるものである。すなわち、①リピート機能のプログラム選択指示、②リピート回数 N の指示、のふたつを与えることにより目的を達することができる。

マイコンでは曲の終わったことを、無録音部分が一定時間 T_e 以上、という条件で判定し、巻戻しの信号をデッキメカに与える。巻戻し状態になっ

てから再び無録音部分に到達したか否かの判定を行い、一定時間以上の無録音部分が検出されたとき、プレイ状態に復帰させている。

ここで、無録音部分の判定は、プレイ状態では実時間の判定で行っているが、巻戻し状態ではプレイ時間に換算した値で判定する必要がある。このため、プログラム上では、巻戻し速度を基準とし、それに対する無録音時間を判定する。

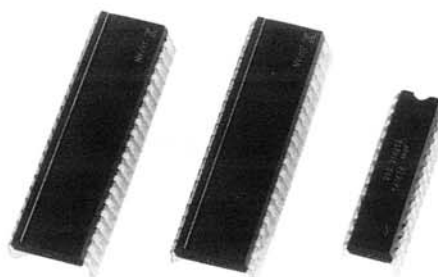


図-10 *Biyo* 200シリーズのマイクロコンピュータ
Fig. 10 Micro processor for "Biyo" 200 series.

表-2 *Biyo* 200シリーズのマイクロコンピュータの概要

		高級型電子チューナ用 マイコン	高級型カセットデッキ用 マイコン	実用型電子チューナ用 マイコン
外形構造 RAM ROM 用途 機能	形	42PIN DIP	42PIN DIP	28PIN DIP
	造	CMOS 4bit	NMOS 4bit	CMOS 4bit
	RAM	128word×4bit	128word×4bit	64word×4bit
	ROM	2048word×8bit	2048word×8bit	
用途	電子同調チューナ	電子同調チューナ	フェザータッチ デッキコントロール	電子同調チューナ 760step×16bit
	機能	・スキャン ・サーチ ・マニュアル同調 ・プリセット - AM5局 - FM5局 ・ラストチャンネルメモリ ・時計 ・番組予約 ・表示コントロール ・KEY入力コントロール	・パック挿排 ・PLAY PRO - FF REW ・頭出し - 前 7曲最大 - 後 6曲最大 ・リピート 7曲最大 ・1, 2way EJECT ・テープ巻き込み防止 ・テープたるみ除去 ・トラブルスタンバイ ・表示コントロール ・KEY入力コントロール	・スキャン(UPのみ) ・サーチ(UPのみ) ・プリセット - AM6局 - FM6局 ・ラストチャンネルメモリ ・マニュアル同調 ・時計 ・表示コントロール ・KEY入力コントロール
使用機種		QT-270	QD-270	QT-250

3. 2. 3 その他の機能

以上の例のほかマイコンの機能を利用した2ウェイジェクト、トラブルスタンバイ、数値表示、走行表示などがある。

これらの機能をマイコンに包含させるには、ソフト開発上、デッキメカと密接なタイアップが必要であり、社内開発が不可欠である。本シリーズのデッキ用マイコンは2Kバイト4ビットNMO Sを使用し、社内ソフト開発により実現した。

図-10に本シリーズに使用されているマイコンの外観を、表-2にそれぞれの概略仕様を示す。

4. テープ雑音抑圧技術(NRシステム)

カセットテープは、そのコンパクトさに特長があり車載用オーディオソースとして一般化した。しかし反面、テープ速度、テープ幅がそれぞれ4.76cm/秒、3.81mm(ステレオ録音時は0.65mm/CH)と絶対的に小さいため、ダイナミックレンジを十分に確保することができない。2トラック・38cm/秒のオープンテープ、あるいはレコードディスクの場合ダイナミックレンジは70dB前後、DADでは90dB以上に達するのに対して、カセットテープは通常50dB前後しか得られない。ほかに優れたソースが選択できない車載用オーディオシステムにおいては、この点で大きく改善が望まれていた。

これに対応するため、"bjo" 200シリーズではQD-210、QD-230にDNR(ダイナミックノイズリダクション)システムを、QD-250、QD-270にはドルビーNRB-Cタイプを装備した。以下にその概略を述べる。

4. 1 ドルビーNRシステム

ドルビーNRは、ダイナミックレンジの拡大を目的に開発され、プロ用のAタイプ、一般用のBタイプ、そしてBタイプのNR効果を上げたCタイプがある。

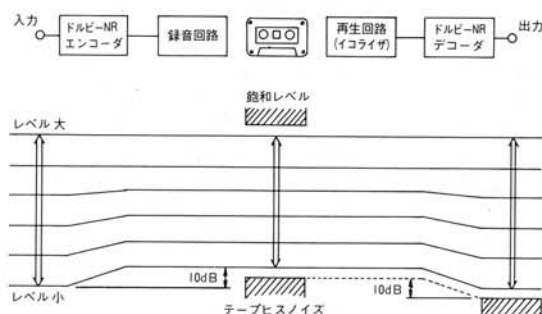


図-11 ドルビーBタイプNRの動作原理

Fig. 11 Function theory of DOLBY B type noise reduction.

Bタイプは最もよく知られ、今や標準的な装備であり高い汎用性をもっている。しかしながら、入力ソースやオーディオシステム全体の質が向上するに伴い、より効果の大きいシステムが要望され、Cタイプが開発されるに至った。

ドルビーNRは基本的に、① 大きい音は小さい音をマスキングする、② 人間の耳につきやすい高音域のノイズレベルを落とせばNR効果が大きい、ということを利用している。すなわち、録音する時は高音域の信号レベルを大きくし(エンコード)、再生する時に元に戻す(デコード)。これにより、デコード時、ノイズレベルも信号レベルと同時に下がり、NR効果が得られる。また、録音する信号レベルが高い場合には、① のマスキング効果によりNR動作を働かす必要がないため、信号レベルが高くなるに従ってエンコード量が小さくなる。この関係を図-11に示す。

以上のことから、エンコード量を大きくすればするほどNR効果は大きくなることになる。そこでCタイプでは、10dBのNR効果をもつBタイプの回路を2段に重ねた方式を採用することにより、エンコード量を大きくし、20dBのNR効果を得ている。

しかし、エンコード量を大きくすると次の点が問題になる。

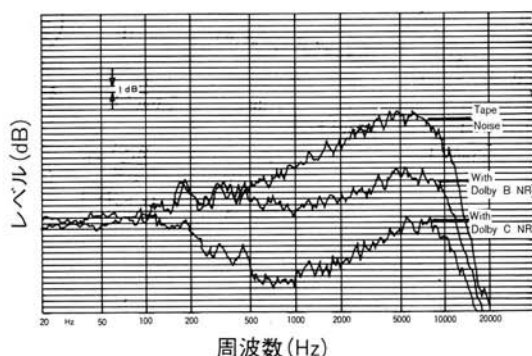


図-12 ドルビーNRのNR効果

Fig. 12 Noise reduction effects provided by Dolby B and Dolby C.

- 1) 入力信号レベル、および周波数に応じてエンコード量を決めているため、それらの変動がそのまま耳に聞こえるノイズレベルの変動となって表われるため不自然に感じる。
 - 2) 入力信号の変化の早さにシステムが追従できず、パルス的な大信号入力直後の無音状態の中で、ノイズレベルのみが遅れて下がる、といったブリージング(息つき現象)が起こりやすくなる。
 - 3) 2)を解決するには時定数を短くすればよいが、過度に短くするとNR歪が起こる。
- 以上の諸問題に対して次の様な対処を行っている。

1)については、Bタイプの入力信号レベル+2.6VU~-45dBに対して、Cタイプでは+2.6VU~-60 dBまでと、より広い範囲にわたってゆるやかにエンコードを行い、異和感をとり除いている。

2)については、スライディングバンド方式のプリエンファシスを行っている。

また、3)については、時定数をBタイプの $\frac{1}{2}$ に設定することにより対処している。

このような改善の結果、自然な音の響きをもつ優れたNR効果をもつドルビーCタイプNRが実現している。図-12にNR効果の例を示す。

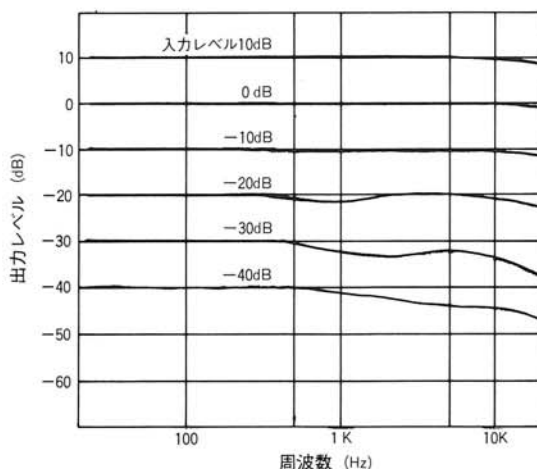


図-13 DNRの動作特性

Fig. 13 Characteristic of DNR

4. 2 DNR(ダイナミックノイズリダクション)

ドルビーNRは、優れたシステムではあるが、コスト面で不利なこと、部品点数が多いこと、および、使用上、録音時にもNR動作をさせる必要があること、などの点で普及機に装備するには難がある。そこで今回、DNRを採用した。

テープのヒスノイズは、主に曲間などの低信号レベル時に耳ざわりとなる。そこで、DNRでは高信号レベル時にはフラットな再生特性とし、信号レベルの低下に従って高域周波数成分のレベルを低下させ、実質的なNR効果を得ている。図-13に動作特性例を示す。

また、DNRは、再生時のみの動作でNR効果を得ることができるという利点も持つ。

5. あとがき

“*bio*” 200シリーズの概略とその主な技術内容の一部を述べたが、ユーザーズに対応してゆくためには開発しなければならない技術が多く、今後も一層の努力をはかってゆく所存である。また、急速に発展している新技術動向の把握と、それをタイミングよく製品に反映させるためなお一層のご支援を賜りたい。