



「テープ録音機物語」 その 35 交流バイアス (4)

— 日本の磁気録音研究 (2) —

あべ よしはる
阿部 美春

7.9 磁気記録研究の始まり (その 2)

日本における交流バイアス方式の発明者の一人、五十嵐悌二氏の回想録(「磁気記録の揺籃時代」、日本応用磁気学会誌、Vol.4、No.3、1980 年) から抜粋紹介する。

『昭和 7 年のことと記憶していますが、東北大学電気通信研究所で永井先生のもとで研究に従事していたある日、「鋼線に音が磁気的に記録されるそうだから、君その研究をやってくれ」と言われたのが磁気記録研究の初めでした。早速、理学部と工学部の図書室を探して、関連ありそうな文献を読みあさりましたが、あまり参考になるものはありませんでした。

唯一のデンマークのポウルセンの 1930 年の文献に「鉄線に音声を磁気的に記録することができる。然もかなり微妙な音の記録再生も可能である……云々……と書いてありました。

具体的なことはあまり書いていない 2 頁くらいの簡単な論文でした。15mm x 2mm くらいの薄い鉄心をコイルの中心に通し、鉄の針金を鉄心に接触させながらある速度で走らせる、その時コイルに記録電流を流すと針金に記録が残る。再生も記録と同じような鉄心コイルを使用して行う、という極めて簡単な論文でした。歪をなくすために「直流バイアス」の使用も書いてあったと記憶しています。この文献を唯一の参考資料として磁気記録の研究が始まったのです。

まずピアノ線を買ってきてドラムに巻きつけ、モーターを使って他のドラムに巻き取りながらその途中で記録再生を試みました。初めのうちはただ“ガアガア”と雑音だけをだしておりましたので、ある日、同僚から「五十嵐、お前雑音の研究を始めたのか」と真面目に問いただされたことがありました。

初めの頃は雑音のなかから「本日は晴天なり」が聴き取れると大喜びしたものでした。こんなことを続けておるうちに、いつとはなしに音声も明瞭に記録再生できるようになったのです。そして私は磁気記録の実用化を図るために、昭和 9 年 3 月に安立電気(株)に入社しました。』

7.10 交流バイアスの発見

本物語その 32 で触れたように、米国のカールソンとカーペンターの発明以来忘れられていた交流バイアス特許は 1930 年代に入って再び米国で動き出しましたが、これより少し早く日本で交流消去を含む交流バイアス方式の発明が 1938 年(昭和 13 年) 3 月に、五十嵐、石川、永井の 3 氏によって出願されている。以下、五十嵐氏の回想録から抜粋する。

『安立電気(株)の研究部に所属し、小規模な設備と僅かな人員で始めたのですが、何か新しい磁気記録を何としてもものにしよう、という意気込みだけは相当なものでした。ある日こんなことが起きました。

記録用増幅器が発振を起こし、かなりの量の高周波電流(20kHz 前後)が記録用のヘッドに流れていました。その時に使っていた直流バイアスが不要となり、また、抹消装置も必要なくなり、以前の記録は消されて新しい記録が残った。しかし、音質は良くなり、また、周波数特性が悪い、このままでは実用になりそうもなかったのですが、この現象が面白かったので特許を出願することにしました。この時はこの現象がはっきりしなかったので東北大学の渡辺寧先生の実験証明で特許が許可されたのです。

曰く「抹消装置を要しない磁気録音方式」特許番号は第 11907 号でした(本物語その 34、注*3 参照)。

このままではあまり役に立ちそうもなかった方式

でした。そして記録用増幅器の異常発振という極めて初歩的なミスから生まれたこの方式で、後年あまりにも有名になった「交流バイアス方式」発見の呼び水になったのです。些細な現象の異変にも注意を怠らず疑問をもち、そして何らかの回答を求める習慣が極めて大切なことであり、時には大発見につながることもあるものだと言う教訓を得た次第です。これが昭和 12 年 (1937 年) 頃のことでした。そして安立電気の顧問をしておられた永井先生にこの現象の解明をお願いしました(本物語その 34 の 7.5 項、7.6 項参照)。

重畳する交流の量を少なくすると新しい記録がよくなります。しかし前の記録の抹消が不完全になります。それならばと、抹消装置を別に使って、重畳する交流の量を最も適した量に選んだのが「交流バイアス方式」なのです。「直流バイアス方式」に比べると雑音が非常に少なく、周波数特性も優れていることがわかりました。この実験を担当したのが石川誠君で、発振した増幅器を組みあげたのが奥山孝善君でした。兩人とも学校を卒業したばかりの若い技術者の卵でした。こんな環境のなかで「交流バイアス」が生まれたのです。』

参考五十嵐氏他の発明による「交流バイアス方式」特許の明細を以下に示す。本物語その 32 の 3 項で簡単に述べているが、改めてその全文を紹介することにした。重複部分はお容赦願いたい。

特許 136997 号、

出願：昭和 13 年(1938 年)3 月、

特許：昭和 15 年 6 月。

発明者：五十嵐悌二、石川 誠、永井健三

特許権者：安立電気(株)

発明の名称：「交流をバイアスとせる磁気録音方式」

発明の性質及目的の要領

本発明は抹消装置を具備せる磁気録音器において録音電流による磁場に更に高周波電流による磁場を重畳し、この高周波電流による磁場により被録音体磁化曲線の初磁化湾曲部によ

る歪を生ずることなく略被録音体の磁気中性点を作用の原点となすを特徴とする交流を「バイアス」とせる磁気録音方式に係りその目的とする所は振幅特性を拡大し、雑音の除去により優良なる磁気録音方式を得んとするに在り。

図面の略解

図 35-1/ 第一図は本発明実施の一例を示す接続略図、第二図、第三図は夫々本発明の説明に要する曲線図なり。

発明の詳細なる説明

従来の磁気録音方式においては前記録を抹消し、新録音をなす場合に直流による「バイアス」を用いて被録音体の磁気的作用点を適当の場所に移して無歪録音を行うを常とせり。かかる方式においては振幅特性は小なるのみならず、談話の切目において被録音体が相当の磁化を受くるを以て再生の時に雑音となり、甚しく耳障りとなるものなり。

本発明は交流「バイアス」を用いることによりこの種の雑音を取り除き、かつ被録音体の磁気中性点を作用の原点に選ぶことにより振幅特性の優秀なる録音を行うものなり、換言すれば「バイアス」として交流を使用するものにして本目的に使用する交流は極めて僅少にて可なり。

本録音方式を説明せん一般に被録音体は第二図(11)のごとき特性を有するものなるを以てこれに(12)なる音声を録音すれば再生は(13)に示すが如き歪を生ずるものなり、従来は直流「バイアス」により上下いずれかの直線部を利用して無歪録音を行うを常とせり。本発明においては録音電流と高周波電流とを重畳することにより、(14)に示す如き磁場によりその影響がなくなり、しかも高周波は再生され難く、かつ耳に感ぜざるを以て(15)に示すが如き再生が得られるものなり。これを第三図を以て説明すれば極端なる(11')に示すが如き特性を有す磁性体に(16)の如き振幅の磁化を与えるも残留磁気を生ぜざるが故にこの状態に於ける録音は不能なり。然るにこれに加うるに(17)の如き高周波電流を同時に磁化せしむることにより結局(13)の如き録音を得、即ち第二図(12)に示すが如く高周波電流を重畳せざる場合において録音を行えば(13)に示すが如き歪を生ずるに對し、録音電流に高周波電流を重畳せる(14)の如き磁化を与れば(15)に示すが如く無歪の再生が可能なり。

かくの如く被録音体の磁気中性点を作用の原点として録音を行うを以て磁化曲線の上下を同時に使用することとなり、従来の録音方式に比し遙かに振幅特性の優秀なる録音を行い得べく、これと同時に談話の切目の無声時においては高周波電流の作用により、直流「バイアス」により発生するが如き雑音は殆ど皆無となるものなり。

本発明実施の一例を第一図に説明すれば(1)は矢の方向に移動する被録音体(2)は抹消装置にして交流あるいは直流による減磁抹消を行う。(3)は録音線輪、(4)は「マイクロホン」、(5)は増幅器、(6)は「バイアス」用高周波電源とす。(7)は再生線輪、(8)は増幅器とす。

被録音体(1)における前記録を抹消装置(2)を以て抹消し、録音装置を以て録音するにあたり、録音電流の上に「バイアス」として高周波電流を重畳すれば前記の如く出力大にして然も雑音僅少なる再生音が得られるものなり。

特許請求の範囲

本文に詳記するが如く抹消装置を具備せる磁気録音器において録音電流による磁場に更に高周波電流による磁場を重畳し、この高周波磁場により被録音体磁化曲線の初磁化湾曲部による歪を生ずることなく略被録音体に磁気中性点を作用の原点となすことを特徴とする交流を「バイアス」とせる磁気録音方式。

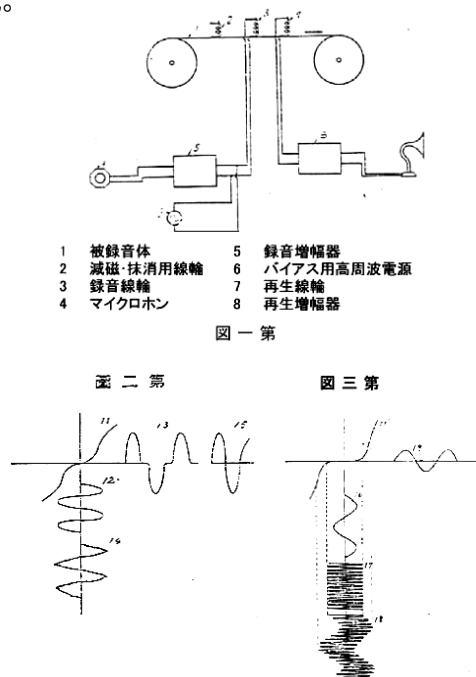


図 35-1

7.11 交流バイアス法の日米特許紛争⁽⁷⁾⁽⁴⁴⁾⁽²⁶⁴⁾⁽²⁶⁵⁾

戦後 1949 年（昭和 24 年）、安立電気(株)が所有する交流バイアス法の特許は日本電気(株)（NEC）と東京通信工業(株)（後のソニー(株)）に譲渡された。

国産テープ録音機が軌道に乗り始めた、昭和 27 年（1952 年）頃、突如、日米間の特許紛争が表面化した。当時の新聞は次のように報じている（1952 年 9 月 15 日付け）。

「選挙戦に、報道放送に、教育用に今や『時代の花形』となっているテープレコーダーの特許権をめぐる日米間で激しい争いが行われている。この争いに通産省電気通信機械課と特許庁通信測定器課とが対立し、その成り行きが注目されている。この問題は国産テープレコーダーの 1/3 を作っている東京通信工業がアメリカの輸入業者バルコム貿易を相手取り、アメリカ製のテープレコーダーの輸入、販売、使用、陳列、移動などを禁止する仮処分を東京地裁に申請。その決定により、15 日、東京ではバ社及び日本橋高島屋の二か所、大阪では心斎橋筋のミヤコ商会一か所、計三か所の輸入テープレコーダー数十台を、一斉に仮差押えたため、たちまち表面化した」。

交流バイアス法は前述したように（7.10 項）五十嵐、石川、永井 3 氏により発明されたもので（通称、永井特許と呼ばれている）、1940 年 6 月に日本政府の特許として登録された。米国にも出願していたが、手続きが終わらないうちに戦争が始まり、終わってみると、永井特許と同様のものが、アーマー研究所の M.カムラスによって出願されて（本物語その 33 参照）、しかも日本を除く各国に申請されていて、すでに特許を得ていた。これによって同じ様な特許が日本と米国それぞれに別人の権利として存在するというおかしなことが起こって日本しまった。日本では永井特許の方が登録が早いため、日本の特許権を侵害するとしてテープレコーダーの輸入が禁じられた。

日本の新聞は、日本の小企業が米国企業に堂々と挑戦するのは、当時としては日本の独立を示す珍し

い事件として大きく取り上げた。

米国メーカーは特許ライセンスを保有するアーマーリサーチ財団から弁護士を日本に派遣してきた。

日本ではカムラスが特許を取る以前に永井健三氏の英語版論文（本物語その 34、7.5 項、7.6 項参照）が米国で公表されていたことを知った。永井論文が公になっていたとするなら、米国の交流バイアス法は特許の対象にならなかった筈である。これが決め手となって彼らは日本特許の合法性を認めたのである。訴訟に 3 年かかったが、1954 年(昭和 29 年)3 月、東通工の言い分を認めた。東通工は永井特許を相手に認めさせることを条件に一步譲ってアーマー社と技術援助契約を結ぶことによって和解した。その結果、日本で売られている交流バイアス方式を使ったテーブ録音機全部から特許使用料がはいることになった。和解によって、米国におけるアーマー社の特許の無償実施権を得た。さらにこの権利を日本国内他メーカーにもライセンスしてよいことになり、日本の対米輸出品に使用料の半分か東通工にはいることになった。つまり、東通工は名を捨てて“実”を取ったことになる。敗戦国の日本が戦勝国の米国を相手に喧嘩を売ったというので、中には「米国を相手に大丈夫か」と懸念する人もいたが、多くの日本人はよくやったと心中拍手喝采を送っていたのである。

なお、永井特許は戦時中の空白期間を加味して、2 回にわたって延期申請され、昭和 35 年(1960 年)まで有効であった。

8. 交流バイアス方式の原理

8.1 日本特許出願時の説明

五十嵐氏は回想録⁽²⁵⁸⁾の中で、後につぎのように説明している。

『この特許出願の説明(7.10 項)が、極めて幼稚であり、誤りであったことを、後年になって私自身が気がついておりました。今でも私の初期の説明に近い説明が残っているようで、このことは誠に申し訳ないと思っています。この初期の説明がおかしいと

考えついたのは、磁化曲線の初期湾曲部をカバーするに必要であろうと考えられる重畳交流の量に比べ、実際ベストな記録を残すために必要とする重畳交流の量がかかなり多かったからです。私の考え方が誤ってありましたらお許し願うことにして、現在の私の考えは「重畳する交流が適当な量であれば、この刺激によって被録音体の磁化曲線の初期湾曲部がなくなって新記録が歪みなく残されるもの」と考えております。重畳する交流が磁化曲線の湾曲部から生ずる歪を無くするのが「交流バイアス」方式ですが、同時にこの重畳する交流の量がかかなり多いので、新しく残されるはずの残留記録を消すマイナスの作用もあると考えられます。この現象は残留記録の周波数の高い方がより多く影響を受けるので、残される記録の周波数特性に悪い影響があるものと考えられます。すなわち、前記の「抹消不要録音方式」の出力特性や周波数特性を悪くしていた原因が僅かながら「交流バイアス方式」の場合も残る可能性が考えられます。』

交流バイアスによる録音の原理はなかなか複雑なもので、磁化の物理現象を詳細に極めなければ理解困難であり、録音現象の奥深い理論についてもいくつかの説があるような状況である。一般にはこの原理をわかりやすくするため、B-H 曲線が使われるが、実際の磁化のプロセスはそれほど単純ではない。以下に初期の考え方と現在の考え方の代表例を紹介する。

8.2 Br-H 曲線の初期磁化曲線を用いた考え方(1) ⁽²⁶⁶⁾

8.1 項と同じ考え方である。図 35-2 のような H に対する Br (残留磁束密度) 曲線を考える(初期磁化部分には残量磁束は存在しない)。今、高周波バイアス h と信号磁界 s をテーブに与えると高周波バイアスの磁界 h が信号 s によって変調されて偏位し、同図の下のような磁界がテーブに加わり、それによって残留磁気は右側のような形になり、テーブ上にはその平均値 s' の残留磁束密度が生じ、信号(s)が、 s'

となって録音される。

この形は直流バイアス法を、A 級真空管増幅器のグリッド・バイアスに例えれば、同じ意味で交流バイアス法はしいて比喩を求めれば AB 級または B 級プッシュプル真空管増幅器のグリッド・バイアスに例えられる。実際の動作過程はまったく異なるが、バイアス値を適当に選定すれば、どちらも特性曲線（一方は録音体、他方は真空管）の湾曲部の影響を取り除き、ほぼ直線特性が得られるものである。

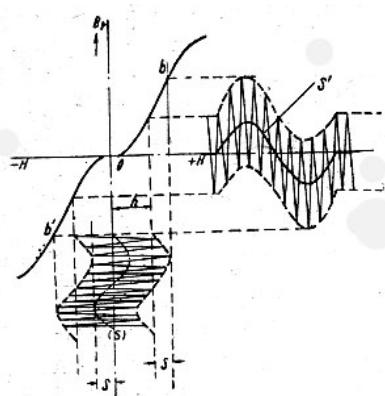


図 35-2

8.3 ウェストメイツの論文から

オランダ・フィリップス社のウェストメイツ (W.K. Westmijze) の論文 (1953 年)、(池田寧夫訳) (267) から抜粋・紹介する。

『交流バイアス法では交流磁界の振幅はほぼ保持力に等しく、周波数は録音最高周波数より十分高いものが信号磁界に重畳される。このようにして、また録音特性の直線性が達成されることは明らかである。

交流バイアス法の説明は最初に M. カムラス (本物語その 33) (253) により与えられ、その説明は次の通りである。

交流バイアス磁界の振幅がつぎのような場合、つまり小ループの引き返す点が丁度主ループの急勾配の枝のうえにあたるような経路をとどるなら、そのとき、さらに直流磁界を印加すると急勾配に枝に沿って小ループが位置をかえることになる。図 35-3

において磁界 H_1 はループ ABCD をループ A'B'C'D' に移す。主ループの側面はかなりの長さにわたって直線であるから、小ループの移動は加えた直流磁界に比例する。さて、A'B'C'D' において交流磁界が減少すると、経路はこのループの中をたどり、直流磁界はもとより交流磁界も完全に消え去ったときは、B' と D' との中間に磁化が落ち着くことになる。この残留磁化は、また、加えた直流磁界の直線的関数となる。』

交流バイアスの直線化効果を説明する物理的モデルは理想的またはアンヒステリシス磁化課程 (理想非履歴残留磁化過程 = ideal anhysteretic remnant magnetization) との間に存在する密接な関係にある。8.5 項でも触れるのでここでは割愛する。

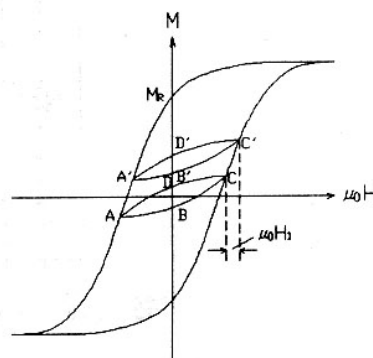


図 35-3

8.4 アカイの新交流バイアス特許 (268)

前項で述べた交流バイアス法は初期磁化曲線の上に録音を行う方法であるが、交流バイアスの場合でも直流バイアスの場合と同様に飽和ヒステリシス・ループ部に録音することができる。この観点から考えだされたのが、アカイの新交流バイアス方式で、図 35-4 はこの方式による残留磁気の変換状態を示すものである。

アカイは新交流バイアス方式を内蔵したオープンリール式テープ録音機のキットを 1954 年 8 月に発売した。早速、東通工から特許侵害の抗議があったが、アカイは「永井特許に抵触していない」と抗議を拒否した。そこで東通工は赤井電機を告訴し、解

決を法の場合に求めた。決着は別件との兼ね合いもあって、特許庁の仲介で和解したと、あとで聞いた。

筆者なりに判定すれば、この新交流バイアス特許は交流バイアス法を採用しているもので、どうみてもアカイに勝ち目はなさそうである。また、アカイは磁化曲線の飽和したあとの傾斜を利用するとあるが、このことはすでに前項でも述べているよう同じ方法が採られている。

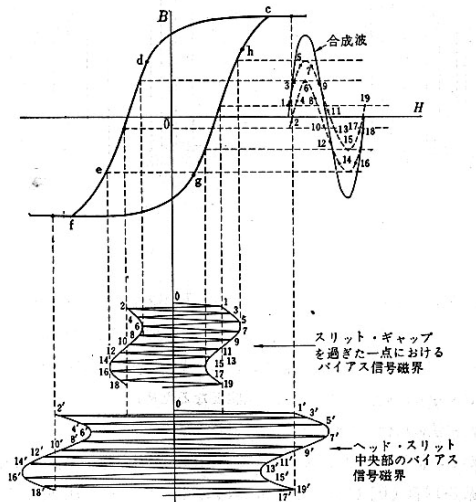


図 35-4

8.5 B-H 曲線追跡法を使った考え方 (その 2)

横山克哉編集委員長「磁気記録技術と装置・機器」、V 章 阿部美春「オーディオテープレコーダ」、(1984.)⁽²⁷²⁾および、横山克哉著「磁気記録技術入門」(1988.)⁽³⁷⁾から抜粋紹介する。

『交流磁界と直流磁界（信号磁界）を重畳して強磁性体に加えた場合、交流磁界の最初の強さが試料を十分に飽和させるような値であれば、試料の過去の履歴に関係なく直流磁界の強さに比例した磁化が定まる現象がある。これを非履歴残留磁化 (Anhysteretic Remanence) と称している。交流バイアス法はこの現象を利用して記録する方法ともいえる。

図 35-5 は交流バイアス記録の過程を磁気テープのヒステリシス曲線の上で追跡したものである。同

図(a)はバイアス電流のみを磁気ヘッドのコイルに流した場合に磁性層内の一点が磁気ヘッドのギャップ部を通過する際にうける記録磁界強度の変化である。また、同図(b)は、その磁化過程を示したものであり、(i)は信号が零の場合で(ii),(iii)と信号磁界が増加している。このようにして求めた信号磁界に対する残留磁化の関係を図 35-6 に示した。同図はバイアス磁界をパラメーターとして示してある。バイアス磁界が増加するに従って比例関係が良くなり、記録感度が向上することが示されている。この作用はプライザツハ(Preisach)により説明するのが最も適切で、参考文献⁽³⁷⁾を参照されたい。

バイアス電流の周波数は信号電流の高周波成分と干渉しないよう十分高い周波数が選ばれ、普通、記録最高周波数の 5 倍以上、50k~100kHz が使われている。』

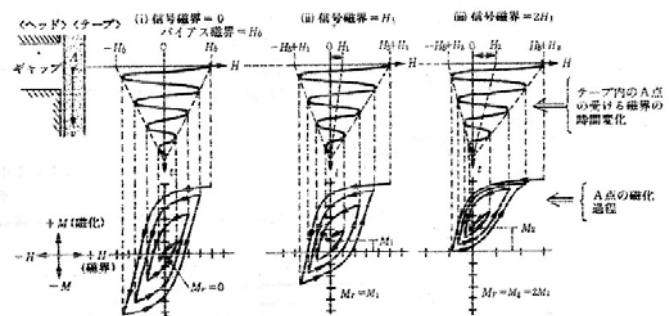


図 35-5

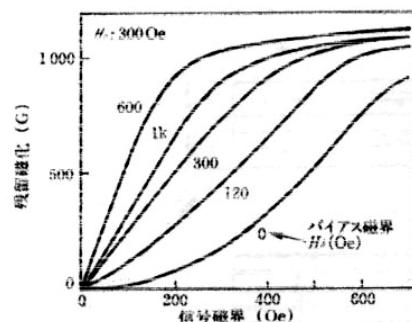


図 35-6

あとがき

「交流バイアス」は 2 回くらいで終わらせるつもり

が、つい深入りして4回になってしまった。内容的にはもう少し補足説明したかったが、紙数の関係で割愛した部分が多々あり、不十分な内容になってしまった。ご容赦願いたい。必要な個所は後日、機会があれば補足したいと思っている。

たいへん永くお待たせしてしまったが、次回から戦後日本のテープ録音機を採りあげたいと思っている。

謝 辞

著作権者・(財)日本磁気学会(前日本磁気応用学会)のご好意で、永井、五十嵐両氏の回想録を抜粋、紹介させていただきました。ここに厚く謝意を表します。

著作権者・(株)毎日新聞社のご好意で、昭和41年2月17,18日掲載の連載記事、林芳典著「日本人の記録—電子の世紀(76、77回)、から抜粋・紹介させていただきました。ここに、厚く謝意を表します。

参考文献 (前号よりつづく)

- (7) 中川靖造「日本の磁気記録開発」ダイヤモンド社 (1984.01)
- (44) 盛田昭夫「MADE IN JAPAN」朝日新聞社 (1987)
- (264) ソニー(株)「源流」(1986.05)
- (265) ソニー広報センター「ソニー自叙伝」ワック(株) (1998.03)
- (266) 小原初彦「磁気録音の解析と当面の諸問題」、NHK 放送技術(1952.02)
- (267) W.K.Westymijze 著、池田寧夫訳 "Studies on Magnetic Recording (磁気記録の研究)" Philips Res.Rep.8,(1953)
- (268) 大津光一「テープ・レコーダー」オーム社(1959.08)
- (37) 横山克哉「磁気記録技術入門」総合電子出版社 (1988.06)
- (272) 横山克哉編集委員長「磁気記録技術と装置・機器」、V章 阿部美春「オーディオテープレコーダ」、総合技術出版社(1984.12)