(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 10 月 31 日(31.10.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/161235 A1

(51) 国際特許分類:
A61B 5/0484 (2006.01) *A61B 5/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/002649

(22) 国際出願日: 2013 年 4 月 19 日(19.04.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-098431 2012 年 4 月 24 日(24.04.2012) JP

(71) 出願人: パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真１００６番地 Osaka (JP).

(72) 発明者: 足立 信夫(ADACHI, Shinobu). 加藤 弓子(KATO, Yumiko). 小澤 順(OZAWA, Jun).

(74) 代理人: 奥田 誠司(OKUDA, Seiji); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜一丁目８番１６号 大阪証券取引所ビル１０階 奥田国際特許事務所 Osaka (JP).

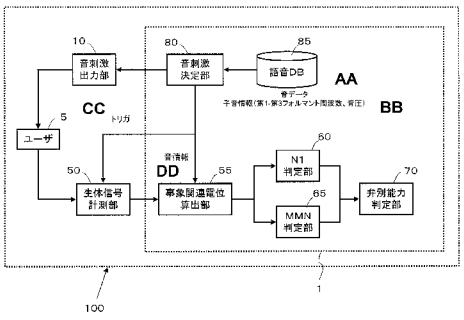
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: SPEECH-DISCRIMINATION-ABILITY EVALUATION DEVICE, SPEECH-DISCRIMINATION-ABILITY EVALUATION SYSTEM, HEARING-AID-GAIN DETERMINATION DEVICE, SPEECH-DISCRIMINATION-ABILITY EVALUATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称 : 語音弁別能力判定装置、語音弁別能力判定システム、補聴器利得決定装置、語音弁別能力判定方法およびそのプログラム



5 User
10 Sound-stimulus output unit
50 Biosignal measurement unit
55 Event-related-electric-potential computation unit
60 N1 evaluation unit
65 MMN evaluation unit
70 Discrimination-ability evaluation unit
80 Sound-stimulus determination unit
85 Speech database
AA Sound data
BB Consonant information (first through third formant frequencies, sound pressure)
CC Trigger
DD Sound information

(57) **Abstract**: The present invention makes it possible to evaluate a user's speech-discrimination ability with high precision. A speech-discrimination-ability evaluation system obtains the following from a brain-wave signal from the user: an event-related electric potential starting at a point in time at which first speech outputted with a first frequency was outputted; an event-related electric potential starting at a point in time at which first speech outputted with a second frequency was outputted; an event-related electric potential starting at a point in time at which second speech outputted with the first frequency was outputted; and an event-related electric potential starting at a point in time at which second speech outputted with the second frequency was outputted. For both the first speech and the second speech, an MNN evaluation unit: acquires differential information on the difference between the event-related electric potential obtained when the speech in question was outputted at the first frequency and the event-related electric potential obtained when said speech was outputted at the second frequency; and evaluates whether or not said differential information contains a negative component in a prescribed time period after the speech was outputted. If the result of said evaluation indicates the presence of a negative component, a discrimination-ability evaluation unit evaluates the user as discriminating between the first and second speech.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/161235 A1

ユーザの語音弁別能力を精度良く判定することを可能にする。　語音弁別能力判定システムは、ユーザの脳波信号から、第１頻度で出力された第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、第２頻度で出力された第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、第１頻度で出力された第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、第２頻度で出力された第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得する。ＭＭＮ判定部は、第１および第２語音の各々に関し、第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、差分情報に、第１および第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定する。弁別能力判定部は、その判定結果が陰性成分が存在していることを示す場合には、ユーザが第１および第２語音を弁別できていると判定する。

明　細　書

発明の名称 ：

語音弁別能力判定装置、語音弁別能力判定システム、補聴器利得決定装置、語音弁別能力判定方法およびそのプログラム

技術分野

[0001] 本願は、語音弁別能力判定の技術に関する。より具体的には、本願は補聴器フィッティング等に用いるため、語音の弁別能力を向上させる技術、および補聴器の利得を決定する技術に関する。

背景技術

[0002] 特許文献１は、神経学的疾患のための誘発反応試験システムとして、ミスマッチネガティビティ（ｍｉｓｍａｔｃｈ　ｎｅｇａｔｉｖｉｔｙ：MMN）成分が、発達研究及び睡眠調査において広く使用されてきたことを開示する。「ＭＭＮ成分」とは、脳波信号に含まれる事象関連電位の一種であり、主に聴覚刺激呈示後１００ｍｓ～２５０ｍｓに生起する陰性変位である。ＭＭＮ成分を測定するためのパラダイムは、被験者が刺激に注意を向けることを必要としないため、意図的な注意が難しい幼児又は睡眠中のユーザの評価に適している。

[0003] 特許文献２は、語音明瞭度評価システムを開示する。特許文献２に記載のシステムは、出力部が語音を呈示した時刻から６００ｍｓ以上８００ｍｓ以下の区間における事象関連電位の陽性成分の有無と、語音を呈示した時刻から１００ｍｓ以上３００ｍｓ以下の区間における事象関連電位の陰性成分の有無を判定する。陽性成分の有無の判定結果と、陰性成分の有無の判定結果とに基づいて、呈示された語音をユーザが明瞭に聞き取れたか否かを評価する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表２００８－５０３２５１号公報

特許文献2：特許第４８３８４０１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１および特許文献２には、ＭＭＮ成分を用いた語音弁別能力の判定方法は、開示されていない。

[0006] 本願の、限定的ではない例示的なある実施形態は、ＭＭＮ成分を用いて、語音弁別能力を判定する語音弁別能力判定システムを提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明の一態様は、ユーザの脳波信号を計測する生体信号計測部と、複数の語音情報が記憶されている語音データベースを参照して、互いに異なる第１語音及び第２語音を決定する音刺激決定部と、前記第１語音を第１頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力する第１試行と、前記第１語音を前記第２頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度で出力する第２試行とを切り替えて行う出力部と、前記脳波信号に含まれる事象関連電位を取得する事象関連電位取得部であって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得する事象関連電位取得部と、前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するＭＭＮ判定部と、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定する弁別能力判定部とを備えた、語音弁別能力判定システムを含む。

[0008] 上述の一般的かつ特定の態様は、システム、方法およびコンピュータプログラムを用いて実装され、またはシステム、方法およびコンピュータプログラムの組み合わせを用いて実現され得る。

発明の効果

[0009] 本発明の一態様にかかる語音弁別能力判定システムによれば、ＭＭＮ成分を用いて、語音弁別能力の判定の精度を向上させることが可能になる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]従来のＭＭＮ成分の計測パラダイムと仮想的な結果を示す図である。

[図2]本願発明者らが考案したＭＭＮ成分の計測パラダイムと仮想的な結果を示す図である。

[図3]ＭＭＮ成分の有無に基づく語音弁別能力の判定基準を示す図である。

[図4]Ｎ１成分とＭＭＮ成分に基づく語音弁別能力の判定基準を示す図である。

[図5]異聴が発生しやすいグループにおける語音データのフォルマント特性および変化を示す図である。

[図6]実施形態１による語音弁別能力判定システムの実現形態の構成を示す図である。

[図7]語音弁別能力判定システムの利用環境を示す図である。

[図8]実施形態１によるハードウェア構成を示す図である。

[図9]実施形態１における語音データベース（ＤＢ）の例を示す図である。

[図10]実施形態１の語音弁別能力判定システムの全体処理の概要を示すフローチャートである。

[図11]電極の配置位置を示す図である。

[図12]Ｎ１判定部を有しない語音弁別能力判定システム１５０の構成を示す図である。

[図13]実施形態２による語音弁別能力判定システムの実現形態の構成を示す図である。

[図14]実施形態２における語音ＤＢの例を示す図である。

[図15]実施形態２の語音弁別能力判定システムの全体処理の概要を示すフローチャートである。

[図16]他の音刺激の出力方法を示す図である。

[図17]Ｎ１判定部を有しない語音弁別能力判定システム２５０の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本明細書における用語の定義を説明する。

[0012] 「事象関連電位（ｅｖｅｎｔ－ｒｅｌａｔｅｄ　ｐｏｔｅｎｔｉａｌ：「ＥＲＰ」とも記述する。）」とは、刺激に対して発生する脳波（ｅｌｅｃｔｒｏｅｎｃｅｐｈａｌｏｇｒａｍ：ＥＥＧ）の電位の変動である。

[0013] 「音刺激」とは、聴覚刺激とも呼ばれ、ユーザに対して呈示する音である。

[0014] 「ｍｉｓｍａｔｃｈ　ｎｅｇａｔｉｖｉｔｙ（ＭＭＮ）成分」とは、事象関連電位の一種であり、主に音刺激が呈示された時刻から約１００ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲に現れる(elicit：occur)脳波の陰性変位に関する成分である。後に詳細に説明するとおり、ＭＭＮ成分は、複数種類の音刺激が呈示されたときに、異なる種類の音刺激によって誘発された各事象関連電位を減算することによって求められる。

[0015] 「Ｎ１成分」とは、音刺激が呈示された時刻から約１００ｍｓ後に現れる事象関連電位の陰性成分である。

[0016] 「潜時」とは、事象関連電位の起点となる刺激（たとえば聴覚刺激や視覚刺激）が呈示された時刻を起点として、事象関連電位の陽性成分または陰性成分のピーク電位が現れるまでの時間である。

[0017] 「陰性成分」とは、一般的には、０μＶよりも小さい電位をいう。電位を比較する対象がある場合には、より負の値を有する電位を陰性成分ともいう。

[0018] 「陽性成分」とは、一般的には、０μＶよりも大きい電位をいう。電位を比較する対象がある場合には、より正の値を有する電位を陽性成分ともいう

。

[0019] 本明細書においては、事象関連電位の成分を定義するためにある時点から起算した所定時間経過後の時刻を、たとえば「潜時約１００ｍｓ」と表現している。これは、１００ｍｓという特定の時刻を中心とした範囲を包含し得ることを意味している。「事象関連電位（ＥＲＰ）マニュアルーＰ３００を中心に」（加我君孝ほか編集、篠原出版新社、１９９５）の３０頁に記載の表１によると、一般的に、事象関連電位の波形には、個人ごとに３０ｍｓから５０ｍｓの差異（ずれ）が生じる。したがって、本明細書において、「約Ｘｍｓ」又は「Ｘｍｓ付近」は、Ｘｍｓを中心として３０から５０ｍｓの幅がその前後（たとえば、１００ｍｓ±３０ｍｓ、２００ｍｓ±５０ｍｓ）を含む。

[0020] 「語音弁別能力（speech discrimination ability）」とは、語音を弁別できるかどうかの能力を指す。

[0021] 「刺激の頻度」とは、複数種類の刺激を呈示する場合における、各種類の刺激が呈示される度合いを示す。たとえば「標準刺激」と「逸脱刺激」（いずれも後述）という、二種類の刺激を呈示する場合において、標準刺激の頻度が８０％、逸脱刺激の頻度が２０％に設定されたとする。これは、刺激が合計１０回呈示されるとしたとき、標準刺激が８回、逸脱刺激が２回呈示されることを意味する。なお、本開示では、各種類の刺激が呈示されるタイミングは特に問わない。全体を１としたとき、標準刺激の頻度をＸ（０＜Ｘ＜０．５）とし、逸脱頻度を（１－Ｘ）としてもよい。

[0022] なお、本開示においては、ある刺激によって誘発されたＥＲＰを、「刺激に対応するＥＲＰ」と記述することがある。

[0023] 以下に説明する実施形態による語音弁別能力判定システムは、語音音声をユーザに呈示し、語音刺激によって誘発された脳波の反応（事象関連電位）を解析することで、ユーザの語音弁別能力を判定する。判定手法の説明に先立ち、語音弁別能力の指標として利用する事象関連電位のＭＭＮ成分の特性を概説する。そして、本願発明者らが考案した語音弁別能力判定方法を詳述

する。

[0024] （ＭＭＮ成分の説明）

ＭＭＮ成分は、たとえば周波数又は音圧の異なる複数の種類の音刺激（本開示でいう「標準刺激」と「逸脱刺激」に対応する。）を時系列に呈示されたユーザが音刺激の変化を弁別した時に、生起される脳波の成分である。一般的にＭＭＮ成分は、標準刺激が複数回呈示されている状況において、まれに呈示された逸脱刺激を起点に１００ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲に生起する陰性の変位量である。

[0025] ＭＭＮ成分は、第１の刺激及び第２の刺激が順に呈示された場合、第１の刺激によって生成された知覚記憶の痕跡と第２の刺激との変化を検出する処理過程を反映すると考えられている。

[0026] ＭＭＮ成分の測定方法に関して、ガイドラインが提案されている（Duncanら、Event-related potentials in clinical research:Guideline for eliciting, recording, and quantifying mismatch negativity, P300, and N400、2009年）。

[0027] ＭＭＮ成分は、オドボールパラダイムと呼ばれる、頻度の異なる音刺激を呈示した場合に、低頻度（たとえば２０％）で呈示された逸脱刺激に起因する脳波の反応から、高頻度（たとえば８０％）で呈示された標準刺激に起因する脳波の反応を減算して求められる。より具体的には、本開示では、ＭＭＮ成分＝逸脱刺激によって誘発された事象関連電位－標準刺激によって誘発された事象関連電位、として求められる。標準刺激及び逸脱刺激は純音が用いられる場合が多いが、純音以外の音刺激を用いた場合にもＭＭＮ成分は惹起される。

[0028] 逸脱刺激は、標準刺激に対して参加者が弁別可能な程度に異なる刺激であればよい。たとえば、周波数、持続時間、強度、ギャップの有無などが標準刺激と異なる刺激は、逸脱刺激とみなすことができる。なお、「ギャップ」とは、１つの刺激が複数のパルスを利用して生成される場合における、パルス間のギャップを意味する。複数の刺激の時間間隔ではないことに留意され

たい。

[0029] また、周期的な時間間隔で刺激を呈示している状況で、刺激が呈示されるタイミングで刺激を呈示しない場合も逸脱刺激とみなすことができる。実際には刺激をしていないため、このような刺激は欠落刺激と呼ばれる。

[0030] ＭＭＮ成分の計測に当たっては、実験参加者が計測中に課題に対して注意する必要がない。そのため、ＭＭＮ成分を利用することは、長時間注意を持続させることできない対象者（幼児や患者）の反応の評価に有効である。

[0031] 音刺激として語音を用いた場合のＭＭＮ成分に関しても報告がある。たとえばＮａａｔａｎｅｎらは、フィンランド語話者に対して、標準刺激を／ｅ／、逸脱刺激をエストニア語にしか含まれない／Ｏ～／（「～」は「Ｏ」の上。以下同じ。）、またはフィンランド語に含まれる／Ｏ・・／（「・・」は「Ｏ」の上。以下同じ。）として呈示した。この場合、標準刺激と逸脱刺激の物理的な違いは／Ｏ～／のほうが／Ｏ・・／よりも大きいにも関わらず、ＭＭＮ成分は／Ｏ・・／のほうが大きいことを示した（Naatanenら、Mismatch negativity the measure for central sound representation accuracy, 1997年）。これは、ＭＭＮ成分が、言語の脳内処理や学習の過程を調べるためのツールとして利用できる可能性があることを示している。

[0032] ＭＭＮ成分の従来研究では、参加者にとって音刺激が聞こえることを前提に、感覚に入力された音情報に対する中枢での処理の違い（たとえば母語とそれ以外の言語の差）が調べられた。

[0033] しかしながら、従来研究を用いて、難聴者の音刺激の弁別能力を判定することは困難である。なぜなら、難聴者は、周波数帯域などの条件によっては音刺激が聞こえない、または聞こえにくいからである。

[0034] 上述のように、ＭＭＮ成分は欠落刺激によっても惹起される。よって、弁別能力を調べるために呈示した音刺激のどれかが聞こえない場合には、聞こえなかったという事象が欠落刺激となりＭＭＮ成分が惹起されてしまう。

[0035] そのため、難聴者を対象とした場合、２種類の音刺激の弁別が正しくできたことによりＭＭＮ成分が惹起されたのか、片方の音刺激が聞こえないこと

によりＭＭＮ成分が惹起されたのかの区別ができない。ゆえに、音刺激が聞こえていないにもかかわらず、弁別能力があると誤って判定される可能性がある。

[0036] これは、周波数や強度の統制が困難な語音を音刺激として用い、語音の弁別能力を判定しようとして初めて顕在化する問題である。

[0037] また、標準刺激と逸脱刺激とに異なる語音を用いて、ＭＭＮ成分を指標に語音弁別能力を判定するには、もう一つ問題があった。

[0038] それは、ＭＭＮ成分の有無の判定が難しくなる、ということである。標準刺激の物理特性と逸脱刺激の物理特性との間には大きな差が存在する。ここでいう物理特性とは、たとえば周波数構成や強度の時間変化である。これらの差は、各刺激によって惹起されるＥＲＰにも大きな影響（差）を与える。事象関連電位の差が、純粋に逸脱刺激によって誘発されたものであるのか、語音の物理特性によって誘発されたものであるのかを特定することは困難である。つまり、ＭＭＮ成分の有無の判定も困難になる。それにより、弁別能力の判定結果に誤りが多くなる可能性がある。音声は、周波数構成や強度の時間変化そのものが情報になるため、それらを揃えるために加工した音声を用いても、語音弁別能力の判定が難しい場合がある。

[0039] （本発明者らの知見）

本願発明者らは、上述の２つの問題を踏まえ、音刺激が聞こえない影響および、音刺激の物理特性が大きく異なる影響に伴う誤判定を低減する新規な語音弁別能力の判定方法を考案した。

[0040] まず、音刺激が聞こえないことによる弁別能力の誤判定の問題を解決するために、本願発明者らは、ＭＭＮ成分による弁別判定の前に、ＥＲＰのＮ１成分を用いた聞こえの判定を実施する方法を考案した。

[0041] 次に、複数の語音刺激の物理特性の違いによる誤判定の問題を解決するために、本願発明者らは、同一の語音を標準刺激として利用する試行ブロックと逸脱刺激として利用する試行ブロックとを設定した。そして、逸脱刺激に対応するＥＲＰから標準刺激に対応するＥＲＰを減算し、その減算波形を用

いてＭＭＮ成分の有無を判定する方法を考案した。

[0042] これらの方法を利用することにより、ＥＲＰを用いて難聴者の語音弁別能力を判定する手法が初めて実現できる。なお、本願発明者らは、判定精度を比較的高く維持することが可能であることも分かった。以下で詳述する。なお、説明の都合上、後者の方法から述べる。

[0043] 図１（ａ）～（ｃ）は、ＭＭＮ計測のために呈示される二種類の刺激と、それらの刺激によって惹起される仮想的なＥＲＰ波形を示す。

[0044] 図１（ａ）はＭＭＮ成分計測時の標準刺激（A_S）および逸脱刺激（B_T）を示す。本願では、音刺激の種類が異なることをＡおよびＢの文字によって区別し、標準刺激であるか逸脱刺激であるかを添え字のＳおよびＴによって区別する。

[0045] 図１（ａ）は、高頻度で標準刺激（A_S）を呈示し、低頻度で逸脱刺激（B_T）を呈示する例を示している。ＭＭＮ成分は、標準刺激を高頻度で呈示し、逸脱刺激を低頻度で呈示した場合に惹起される。通常、ＭＭＮは下記の数１によって求めることができる。

（数１）

ＭＭＮ＝（B_Tによって惹起されたＥＲＰ）－（A_Sによって惹起されたＥＲＰ）

[0046] 数１に示すように、ＭＭＮ成分は逸脱刺激に対応するＥＲＰから標準刺激に対応するＥＲＰを減算して求められる。図１（ｂ）は、標準刺激の物理特性と逸脱刺激の物理特性との差が小さい場合の仮想的なＥＲＰ波形を示し、図１（ｃ）は、その差が大きい場合の仮想的なＥＲＰ波形を示す。いずれも各刺激の呈示時刻を起点とした時間波形を示している。

[0047] 上述のガイドラインで示されたように、標準刺激と逸脱刺激の物理特性の差が小さい場合（図１（ｂ））には、音刺激の物理特性の影響がほとんどないため、ＭＭＮ成分の有無を判定しやすい。

[0048] ここで標準刺激と逸脱刺激の物理特性の差が小さいとは、たとえば、周波数が１０％以内に収まる程度に異なる場合（たとえば標準刺激１０００Ｈｚ

、逸脱刺激１１００Ｈｚ）又は、音圧が１０％以内に収まる程度に異なる場合（たとえば標準刺激６０ｄＢＳＰＬ、逸脱刺激６６ｄＢＳＰＬ）を意味している。標準刺激と逸脱刺激の差が小さいとは言えない場合には、次に説明する、物理特性が大きく異なる場合に該当するとして説明する。

[0049] 語音のように周波数や強度の物理特性が大きく異なる場合（図１（ｃ））には、ＭＭＮ成分の有無の判定は困難になる。語音を音刺激として用いると、図１（ｃ）に該当する場合が多いと考えられる。

[0050] ここで注意すべきは、Ａ、Ｂの各音刺激の物理特性により被験者の脳波の反応が異なる点である。そのため、標準刺激A_Sによって誘発される脳波と逸脱刺激B_Tによって誘発される脳波とが異なった場合に、逸脱による脳波の反応の差であるか、あるいは音刺激の物理特性による差であるかの分別が困難になる。

[0051] そこで本願発明者らは、ある語音を標準刺激として呈示する試行ブロックと、その語音と同一の語音を逸脱刺激として呈示する試行ブロックとをそれぞれ設けてＥＲＰを測定し、同じ音刺激における逸脱刺激と標準刺激の差をＭＭＮ成分と定義する方法を考案した。

[0052] 図２は、本願発明者らが考案したＭＭＮ成分測定パラダイムと、仮想的な結果を示す。

[0053] 図２（ｂ）においては、試行ブロック１におけるA_Sに起因するＥＲＰと試行ブロック２におけるA_Tに対応するＥＲＰを比較することで、Ａの音刺激とＢの音刺激との弁別能力を測定している。A_Sの音刺激とA_Tの音刺激は物理特性として同じものである。

[0054] 試行ブロック１で定常的にＡの音刺激がある環境でのＡの音刺激に起因する脳波を測定し、試行ブロック２で定常的にＢの音刺激がある環境でＡの音刺激があった場合の脳波を測定し、数２に示すように、それらの差分ＭＭＮ（Ａ、Ｂ）を計測する。

（数２）

ＭＭＮ（Ａ，Ｂ）＝（A_Tに起因するＥＲＰ）－（A_Sに起因するＥＲＰ）

[0055] Bの音刺激環境においてAの音刺激がBの音刺激とは異なるものであると被験者が認識できた場合には、ＭＭＮ（Ａ、Ｂ）の値は、所定の値より陰性になる。

[0056] 同様に、図２（ｃ）においては、Ｂの音刺激の弁別能力を計測するために、数３に示すように、ＭＭＮ（Ｂ、Ａ）を計測している。

（数３）

ＭＭＮ（Ｂ，Ａ）＝（B_Tに起因するＥＲＰ）－（B_Sに起因するＥＲＰ）

[0057] そして、数４に示すように、ＭＭＮ（Ａ，Ｂ）とＭＭＮ（Ｂ，Ａ）との和であるＳｕｍを求める。Ｓｕｍは、ＭＭＮの判定に用いられる数式である。

（数４）

Ｓｕｍ＝ＭＭＮ（Ａ，Ｂ）＋ＭＭＮ（Ｂ，Ａ）

[0058] この数４の結果を閾値処理してＭＭＮの有無を判定する。所定の閾値（基準）より大きい場合にはＭＭＮ成分なし、所定の閾値（基準）以下の場合にはＭＭＮ成分ありと判断する。

[0059] このようにすることで、音刺激の物理特性の違いが誘発反応に及ぼす影響を受けずに、ＭＭＮ成分の有無を判定できるようになり、誤判定の低減が低減される。

[0060] たとえば、逸脱刺激に起因するＥＲＰから標準刺激に起因するＥＲＰを減算した減算波形の、潜時約２００ｍｓ前後における陰性成分が所定の基準より小さいか否かによってＭＭＮ成分の有無を判定する。具体的には、潜時約２００ｍｓ前後における陰性成分の電位が所定の基準より大きい場合にＭＭＮ成分なし、所定の基準以下の場合にＭＭＮ成分ありと判定する。

[0061] なお、陰性成分の振幅（つまり陰性成分の絶対値）を用いてＭＭＮ成分の有無を判定する場合には、陰性成分の絶対値が所定の基準より大きいか否かによって、ＭＭＮ成分の有無を判定しても良い。たとえば、陰性成分の振幅が所定の基準以上の場合にＭＭＮ成分あり、陰性成分の振幅が所定の基準より小さい場合にＭＭＮ成分なしと判定する。また、標準刺激および逸脱刺激の波形や、減算波形の潜時約２００ｍｓ前後の振幅を線形判別してもよい。

[0062] なお、試行ブロック１における、A_Sの音刺激に対応するＥＲＰの波形は、なるべく、B_Tの刺激に影響を受けない波形を利用することが望ましい。具体的には、B_Tの音刺激を呈示した直後のA_Sに起因する反応は利用しない方が、A_Tの定常的な脳波を計測することが可能である。なお、図１６のように、試行ブロック１・試行ブロック２のように分けず、音刺激Ａと音刺激Ｂをランダムな順序で呈示し、一方の刺激が複数回連続した場合に２回目以降の刺激を標準刺激とし、一方の刺激が複数回連続した後でもう一方の刺激が呈示された場合を逸脱刺激としてもよい。

[0063] 図３は、本願発明者らが考案したパラダイムにおけるＭＭＮ成分の有無に基づく、語音弁別能力の判定方法を示す。図３には、たとえば２種類の音刺激を用いた場合の判定結果である。語音Ａと語音Ｂに対して、それぞれＭＭＮ成分の有無の判定結果があるので、図３に示した４状態に分かれる。たとえば、語音Ａおよび語音Ｂの両方でＭＭＮ成分が惹起された場合には、ユーザは語音を弁別できていると判定する。

[0064] また、語音Ａおよび語音Ｂの両方でＭＭＮ成分が惹起されなかった場合には、ユーザは語音を弁別できていないと判定する。さらに、どちらか一方だけにＭＭＮ成分が惹起された場合には、弁別能力がない可能性があると判定する。より単純に、弁別能力がないと判定してもよい。この場合には、より精度の高い弁別能力の判定を実現するために脳波計測を継続し、両方の音刺激のＭＭＮ成分の有無の結果が一致するまで刺激を繰り返してもよい。

[0065] 次に、ユーザにとって音刺激が聞こえないことによる、誤判定を低減する方法を説明する。本願発明者らは、音刺激に対応するＥＲＰのＮ１成分を用いて、ユーザにとって音刺激が聞こえているかどうかを判定するステップを設けることに想到した。Ｎ１成分は、聴覚入力が大脳皮質まで到達したことを反映して惹起されることから、Ｎ１成分を指標に、聞こえたかどうかの判定ができる。

[0066] 脳波に混入するノイズの影響によらず高精度な判定を実現するために、Ｎ１成分の有無の判定に利用するＥＲＰは、標準刺激、逸脱刺激に関わらず、

刺激の種類ごとに加算平均して求めてもよい。また、標準刺激の繰り返しによる脳波の慣れの影響を考慮し、直前の音刺激と現在の音刺激が異なる場合にのみ、現在の音刺激に対応するＥＲＰを加算平均し、そのＥＲＰからＮ１成分の有無を判定してもよい。

[0067] 図４は、本願発明者らが考案したＮ１成分の有無とＭＭＮ成分の有無に基づく、語音弁別能力の判定方法を示す。説明を簡便化するためにＭＭＮ成分の有無は、図３において両方の音刺激に対してＭＭＮ成分が惹起された場合を有り、それ以外の場合を無しとする。音刺激として呈示した全ての語音に対してＮ１成分が惹起されている場合には、ＭＭＮ成分の有無に基づいて、ＭＭＮ成分がある場合には、正しく弁別できている、ＭＭＮ成分がなしの場合には、聞こえてはいるが弁別できていない、と判定する。

[0068] また、いずれかの音刺激に対してＮ１成分が惹起されていない場合で、ＭＭＮ成分ありの場合には、一方の子音が聞こえていないと判定する。すべての音刺激に対してＮ１成分が惹起されていなくて、ＭＭＮ成分なしの場合には、全ての子音が聞こえていないと判定する。なお、いずれかの子音に対してＮ１成分が惹起されず、かつＭＭＮ成分なしの場合と、全ての音刺激に対してＮ１成分が惹起されず、かつＭＭＮ成分ありの場合には、正しく脳波が計測できていないと判定する。この場合は、それ以外の判定結果が得られるまで脳波計測を繰り返してもよい。

[0069] 以下において、語音弁別能力の判定結果に基づく、補聴器利得の調整方法を説明する。なお「利得」とは、音を増幅する量（amount of gain）を意味する。

[0070] 音声に関する従来研究により、語音弁別には子音から後続する母音に移行する際のフォルマントの過渡特性が大きな役割を果たすことが分かっている。

[0071] よって、本明細書では、子音と、子音から母音への過渡状態まで含めた音を、語音弁別能力判定のための音刺激を用いるものとする。ただし、これは一例である。母音を含めた語音全体を音刺激としてもよいし、子音の立ち上

がりから所定の時間範囲の音を音刺激としてもよい。

[0072] 本願発明者らは、子音から母音への過渡状態までを含めた音刺激のフォルマントの周波数の利得調整により、語音弁別能力を向上させることが可能であると考えた。フォルマントとは、音声スペクトルのピークのことで、周波数の低い順に第１、第２のように数字を当てて呼ばれる。フォルマントの周波数は声道の形状と関係し、個体差や性差もフォルマントの違いを生む要因になる。

[0073] 図５は、感音難聴者にとって聞きとりにくく異聴が発生しやすい、有声の破裂・破擦・摩擦音（ｂ／ｄ／ｇグループ）、通鼻音（ｍ／ｎグループ）、無声子音（ｋ／ｔ／ｐグループ）のフォルマントを示す（中田和男、音声、１９７７年、Ｐ１６５）。図５の縦軸は周波数、横軸は時間である。図５中の実線で示したのが各語音におけるフォルマントである。

[0074] 図５の各グラフにおける左端の破線は子音の開始時刻、真ん中の破線は母音の開始時刻であり、左端の破線から真ん中の破線の間が、子音から母音への過渡状態である。図５に示したように、グループ内の語音では、フォルマントの過渡特性が異なる。特に、ｂ／ｄ／ｇグループ内およびｍ／ｎグループ内では、第２、第３フォルマントの過渡特性が、ｍ／ｎグループ内では第２フォルマントの周波数が顕著に違っている。

[0075] たとえば、／ｇ／と／ｄ／を音刺激として用いた場合に、両者に対してＮ１成分は惹起されたが、ＭＭＮ成分が惹起されなかったとする。その場合、／ｇ／と／ｄ／において差が顕著な、第２および第３フォルマントの周波数において、利得を向上させる。利得調整対象の第２および第３フォルマントの周波数は、たとえば、過渡状態の周波数帯の中心周波数としてもよいし、過渡状態の最初の周波数としてもよい。また、子音開始から所定の時間におけるフォルマントの周波数としてもよいし、過渡状態全体にわたる周波数帯を利得調整対象としてもよい。また、たとえば、両者に対してＮ１成分が惹起されなかった場合には、音刺激のフォルマント周波数によらず、全体の利得を上げるように調整してもよい。

[0076] 本願発明者らによる上述の知見によれば、語音弁別能力の判定を実現するための本発明の一態様の概要は以下のとおりである。

[0077] 本発明の一態様である語音弁別能力判定システムは、ユーザの脳波信号を計測する生体信号計測部と、複数の語音情報が記憶されている語音データベースを参照して、互いに異なる第１語音及び第２語音を決定する音刺激決定部と、前記第１語音を第１頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力する第１試行と、前記第１語音を前記第２頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度で出力する第２試行とを切り替えて行う出力部と、前記脳波信号に含まれる事象関連電位を取得する事象関連電位取得部であって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得する事象関連電位取得部と、前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するＭＭＮ判定部と、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定する弁別能力判定部とを備えている。

[0078] ある実施形態において、たとえば前記出力部は、前記第１頻度をＸ（０＜Ｘ＜０．５）とし、前記第２頻度を（１－Ｘ）として、前記第１語音及び前記第２語音を出力する。

[0079] ある実施形態において、たとえば前記ＭＭＮ判定部は、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に、所定の閾値以下の事象関連電位が存在すると判定した場合には陰性成分が存在す

ると判定し、前記所定の閾値より大きい事象関連電位が存在すると判定した場合には、陰性成分が存在しないと判定する。

[0080] ある実施形態において、たとえば前記所定の時間範囲は、１００ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲である。

[0081] ある実施形態において、前記システムは、前記第１語音および前記第２語音の各々が出力された時刻を起点とする５０ｍｓ以上１５０ｍｓ以下の時間範囲に、事象関連電位の陰性成分であるＮ１成分が存在しているか否かを判定するＮ１判定部をさらに備え、前記Ｎ１判定部の判定結果が前記Ｎ１成分が存在していることを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定する。

[0082] ある実施形態において、たとえば前記Ｎ１判定部は、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に、所定の閾値以下の事象関連電位が存在すると判定した場合には前記Ｎ１成分が存在すると判定し、前記所定の閾値より大きい事象関連電位が存在すると判定した場合には、前記Ｎ１成分が存在しないと判定する。

[0083] ある実施形態において、たとえば、前記Ｎ１判定部の判定結果が前記Ｎ１成分が存在していることを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していないことを示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を聞こえており、かつ、前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていないと判定する。

[0084] ある実施形態において、前記システムは、前記第１語音および前記第２語音の各々が出力された時刻を起点とする５０ｍｓ以上１５０ｍｓ以下の時間範囲に、事象関連電位の陰性成分であるＮ１成分が存在しているか否かを判定するＮ１判定部をさらに備え、前記Ｎ１判定部の判定結果が、前記第１語音および前記第２語音の一方に関して、前記Ｎ１成分が存在していないことを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が

存在していることを示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記ユーザが前記第１語音および前記第２語音の一方を弁別できていないと判定する。

[0085] ある実施形態において、前記システムは、前記第１語音および前記第２語音の各々が出力された時刻を起点とする５０ｍｓ以上１５０ｍｓ以下の時間範囲に、事象関連電位の陰性成分であるＮ１成分が存在しているか否かを判定するＮ１判定部をさらに備え、前記Ｎ１判定部の判定結果が、前記第１語音および前記第２語音の一方に関して、前記Ｎ１成分が存在していることを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していないことを示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記生体信号計測部が脳波信号を正しく計測できていないと判定する。

[0086] ある実施形態において、前記システムは、前記第１語音および前記第２語音の各々が出力された時刻を起点とする５０ｍｓ以上１５０ｍｓ以下の時間範囲に、事象関連電位の陰性成分であるＮ１成分が存在しているか否かを判定するＮ１判定部をさらに備え、前記Ｎ１判定部の判定結果が、前記第１語音および前記第２語音に関して、前記Ｎ１成分が存在していないことを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記生体信号計測部が脳波信号を正しく計測できていないと判定する。

[0087] ある実施形態において、前記システムは、前記弁別能力判定部の判定結果が、前記ユーザが前記第１語音および前記第２の語音を弁別できていないことを示す場合に、前記第１語音および前記第２語音のフォルマント周波数の差分が大きい周波数に関する利得を上げることを決定する利得決定部をさらに備えている。

[0088] ある実施形態において、前記システムは、前記弁別能力判定部の判定結果が、前記ユーザが前記第１語音および前記第２語音を聞こえていないと判定した場合、可聴周波数全体にわたって利得を上げることを決定する利得決定部を備えている。

[0089] ある実施形態において、たとえば前記出力部は、前記第１試行を行い、前

記第１語音の出力回数が所定の回数に到達した後、前記第１試行を前記第２試行に切り替える。

[0090] 本発明の他の一態様である語音弁別能力判定装置は、第１語音が第１頻度で出力され、かつ、前記第２語音が前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力される第１試行と、前記第１語音が前記第２頻度で出力され、かつ、前記第２語音が前記第１頻度で出力される第２試行とが切り替えて行われる語音弁別能力判定システムにおいて利用される語音弁別能力判定装置であって、生体信号計測部によって計測された脳波信号に含まれる事象関連電位を取得する事象関連電位取得部であって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得する事象関連電位取得部と、前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するＭＭＮ判定部と、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定する弁別能力判定部とを備えている。

[0091] 本発明のさらに他の一態様である補聴器利得決定装置は、第１語音が第１頻度で出力され、かつ、前記第２語音が前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力される第１試行と、前記第１語音が前記第２頻度で出力され、かつ、前記第２語音が前記第１頻度で出力される第２試行とが切り替えて行われる語音弁別能力判定システムにおいて利用される補聴器利得決定装置であって、生体信号計測部によって計測された脳波信号に含まれる事象関連電位を取得する事象関連電位取得部であって、前記第１頻度で出力された前記第１語音

の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得する事象関連電位取得部と、前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するＭＭＮ判定部と、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定する弁別能力判定部と、所定の判定基準を参照し、前記差分情報に基づいて、補聴器の利得を決定する利得決定部とを備えている。

[0092] 本発明のさらに他の一態様である語音弁別能力判定方法は、複数の語音情報が記憶されている語音データベースを参照して、互いに異なる第１語音及び第２語音を決定するステップと、ユーザの脳波信号を計測するステップと、前記第１語音を第１頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力する第１試行を行うステップと、前記第１語音を前記第２頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度で出力する第２試行を行うステップと、前記脳波信号に含まれる事象関連電位を取得するステップであって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得するステップと、前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が

出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するステップと、判定する前記ステップの判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定するステップとを包含する。

[0093] 本発明のさらに他の一態様であるコンピュータプログラムは、語音弁別能力判定システムの語音弁別能力判定装置に設けられたコンピュータによって実行されるコンピュータプログラムであって、前記コンピュータプログラムは、前記コンピュータに対し、生体信号計測部によって計測されたユーザの脳波信号を受け取るステップと、複数の語音情報が記憶されている語音データベースを参照して、互いに異なる第１語音及び第２語音を決定するステップと、前記第１語音を第１頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力する第１試行を行うステップと、前記第１語音を前記第２頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度で出力する第２試行を行うステップと、前記脳波信号に含まれる事象関連電位を取得するステップであって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得するステップと、前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するステップと、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定するステップとを実行させる。

[0094] （実施形態１）

以下では、まず、語音弁別能力判定システムの概要を説明する。その後、

語音弁別能力判定装置を含む語音弁別能力判定システムの構成および動作を説明する。

[0095] 図６は、本実施形態の語音弁別能力判定システム１００の機能ブロックの構成を示す。

[0096] 語音弁別能力判定システム１００は、音刺激出力部１０と、生体信号計測部５０と、語音弁別能力判定装置１とを備えている。語音弁別能力判定装置１（以下、「判定装置１」と略記する。）は、事象関連電位取得部５５と、Ｎ１判定部６０と、ＭＭＮ判定部６５と、弁別能力判定部７０と、音刺激決定部８０と、語音データベース（ＤＢ）８５とを備えている。説明の便宜のために、ユーザ５のブロックは示されている。

[0097] 判定装置１は、音刺激出力部１０及び生体信号計測部５０と、有線又は無線で接続されている。

[0098] 語音弁別能力判定システム１００は、語音弁別能力の判定対象である２種類以上の語音を音刺激としてユーザ５に呈示する。音刺激に対応するＥＲＰのＮ１成分の有無に基づいて、ユーザ５にとって聞こえる音刺激であったか否かを判定し、ＭＭＮ成分の有無に基づいて、ユーザが音刺激を弁別できたか否かを判定する。それぞれの構成の詳細は、後述する。

[0099] なお、判定装置１は、少なくとも事象関連電位取得部５５と、Ｎ１判定部６０と、ＭＭＮ判定部６５と、弁別能力判定部７０とを備えていれば良い。事象関連電位取得部５５は、音刺激出力部１０から出力された音刺激の情報を用いて、生体信号計測部５０から受け付けた脳波から事象関連電位を算出する。

[0100] ＜利用環境＞

図７は、本実施形態の語音弁別能力判定システム１００の構成および利用環境の一例を示す。語音弁別能力判定システム１００は、図６に示す実施形態１のシステム構成に対応している。

[0101] 語音弁別能力判定システム１００は、判定装置１と、音刺激出力部１０と、生体信号計測部５０とを備えている。

[0102] 図７に示す判定装置１は、生体信号計測部５０および音刺激出力部１０を、同じ筐体内に備える判定装置１は、生体信号計測部５０および音刺激出力部１０を、別筐体に備えてもよい。その場合には、生体信号計測部５０は、計測した脳波信号を、無線または有線で接続されている判定装置１に送信する。

[0103] ＜語音弁別能力判定装置１（判定装置１）＞

判定装置１は、ユーザ５に出力する音刺激の情報を決定する。

[0104] 判定装置１は、語音弁別能力判定のための音刺激の語音、呈示タイミングを決定する。音刺激出力部１０は、判定装置１が決定した音刺激をユーザ５に呈示する。

[0105] また、音刺激を起点に切り出した事象関連電位から、語音弁別能力を判定するための特徴量としてＮ１成分およびＭＭＮ成分を抽出し、それらの有無を判定する。そして、Ｎ１成分およびＭＭＮ成分の有無から、呈示した少なくとも２種類以上の音刺激に対する弁別能力があるか否かを判定する。

[0106] ＜判定装置１のハードウェア構成＞

図８は、本実施形態の判定装置１のハードウェア構成を示す。判定装置１は、ＣＰＵ３０と、メモリ３１と、オーディオコントローラ３２とを備えている。ＣＰＵ３０と、メモリ３１と、オーディオコントローラ３２とは、互いにバス３４で接続されており、相互にデータの授受が可能である。

[0107] ＣＰＵ３０は、メモリ３１に格納されているコンピュータプログラム３５を実行する。コンピュータプログラム３５には、後述するフローチャートに示される処理手順が記述されている。

[0108] 判定装置１は、このコンピュータプログラム３５にしたがって、同じメモリ３１に格納されている語音ＤＢ８５を利用して、たとえば音刺激の呈示、事象関連電位の特徴量抽出、語音弁別能力の判定、補聴器利得の決定等の、語音弁別能力判定システム１００の全体を制御する処理を行う。

[0109] オーディオコントローラ３２は、ＣＰＵ３０の命令に従って、それぞれ、呈示すべき音刺激を所定のタイミングで音刺激出力部１０を介して出力する

。

[0110] なお、判定装置１は、１つの半導体回路にコンピュータプログラムを組み込んだＤＳＰ等のハードウェアとして実現されてもよい。そのようなＤＳＰは、１つの集積回路で上述のＣＰＵ３０、メモリ３１、オーディオコントローラ３２の機能を全て実現することが可能である。

[0111] 上述のコンピュータプログラム３５は、ＣＤ－ＲＯＭ、フラッシュメモリ等の記録媒体に記録されて製品として市場に流通され、または、インターネット等の電気通信回線を通じて伝送され得る。図８に示すハードウェアを備えた機器（たとえばＰＣ）は、当該コンピュータプログラム３５を読み込むことにより、本実施形態の判定装置１として機能し得る。

[0112] なお、語音ＤＢ８５はメモリ３１に保持されていなくてもよく、たとえばバス３４に接続されたハードディスク（図示せず）に格納されていてもよい。

[0113] 判定装置１の各機能ブロックは、それぞれ、図８に関連して説明したプログラムが実行されることによって、ＣＰＵ３０、メモリ３１、オーディオコントローラ３２によって全体としてその時々で実現される機能に対応している。

[0114] 以下、語音弁別能力判定システム１００の各構成要素を説明する。

[0115] ＜語音ＤＢ８５＞

語音ＤＢ８５は、２種類以上の語音の情報を保持する。語音ＤＢ８５は、少なくとも語音の種類の情報を保持する。

[0116] 図９は、／ｇ／と／ｄ／を音刺激として用いる場合の語音ＤＢ８５が保持する情報の一例を示す。語音ＤＢ８５が保持する音刺激は、子音のみ、子音と子音から母音への過渡状態とで構成される音、子音及び母音で構成される語音全体、子音の立ち上がりから所定の時間範囲の音を含む。

[0117] 図９に示す語音ＤＢ８５は、語音の種類（「が」及び「だ」）ごとに、音声ファイル、及び子音ラベルを保持する。音声ファイルのデータは、子音のみ、子音と子音から母音への過渡状態とで構成される音、子音及び母音で構

成される語音全体、または子音の立ち上がりから所定の時間範囲の音とする。

[0118] 音声ファイルは、語音の音声信号である。たとえば、後述する音刺激出力部１０が音声信号を再生することにより、音刺激を提示する。音声ファイルは、子音開始から母音開始までの音声情報を含んでいれば良い。たとえば、標準的なテスト音声を音声ファイルとしてもよいし、補聴器を装用して主に会話する相手の声を収録した収録音声を音声ファイルとしてもよい。

[0119] 音声ファイルは、Ｎ１成分が惹起されやすい２５ｍｓ以上の長さの音声信号が望ましい。なお、保存される語音の種類は、２種類以上であれば、異聴しやすいグループ内に限らない。複数の異聴しやすいグループの音声ファイルを記憶してもよい。

[0120] なお、判定装置１は、語音ＤＢ８５を構成要素として含まなくてもよい。語音ＤＢ８５を、たとえばネットワーク上のデータベースとして設けてもよい。判定装置１は、ネットワーク上に設けられた語音ＤＢ８５の語音情報を無線により送受信しても良い。

[0121] ＜音刺激決定部８０＞

音刺激決定部８０は、語音ＤＢ８５を参照し、複数の語音を含む音刺激の情報を決定する。複数の語音の一例を、第１の語音（語音Ａ）及び第２の語音（語音Ｂ）と表記する。

[0122] 音刺激の情報は、呈示する語音の種類、複数の語音を呈示する頻度、及び音刺激を呈示する耳（右耳または左耳）、音刺激を呈示するタイミングを含んでも良い。音刺激の情報は、少なくとも呈示する語音の種類の情報を含む。

[0123] 語音の種類は、語音弁別能力を判定したい範囲から選択することが望ましい。たとえば、感音難聴者（a person with a sensorineural hearing loss）にとって異聴が発生しやすい有声の破裂・破擦・摩擦音（ｂ／ｄ／ｇグループ）の弁別能力を判定する場合には、グループ内からたとえば、語音ｂと語音ｄを選択する。

[0124] 音刺激の頻度は、標準刺激と逸脱刺激に頻度差があるように、たとえば標準刺激を８０％、逸脱刺激を２０％のように設定する。標準刺激は、少なくとも逸脱刺激よりも頻度が大きい刺激であればよい。以下、標準刺激の頻度を「第１の頻度」と表記し、逸脱刺激の頻度を「第２の頻度」とも表記する。第１の頻度は、所定の範囲を有し、第２の頻度は、第１の頻度の所定の範囲よりも小さい範囲を有する。たとえば、第１の頻度は、５１％以上９９％以下であればよく、第２の頻度は１％以上４９％以下であれば良い。

[0125] 標準刺激と逸脱刺激とは、試行ブロックごとに入れ替える。たとえば、第１試行ブロックにおいて、語音ｂを標準刺激、語音ｄを逸脱刺激とした場合、第２試行ブロックにおいて、語音ｄを標準刺激、語音ｂを逸脱刺激とする。

[0126] 第１試行ブロックと第２試行ブロックの切換えは、たとえば逸脱刺激が所定の加算回数に到達したタイミングとしてもよいし、後述するＮ１成分の有無およびＭＭＮ成分の有無の判定結果が、安定した後でもよい。

[0127] 所定の回数は、たとえば１５０回に設定してもよい。

[0128] 音刺激は、弁別能力を判定したい方の耳に呈示する。また、両耳の判定をする場合には、両耳に呈示する。呈示タイミングは、音刺激間の間隔が、ＭＭＮ成分の潜時よりも長くなるように２５０ｍｓ以上の範囲で設定する。たとえば音刺激間の間隔が５００ｍｓになるように設定してもよい。

[0129] 音刺激決定部８０が決定した音刺激は、音刺激出力部１０により、ユーザ５に出力される。音刺激決定部８０は、生体信号計測部５０に、音刺激が出力されたタイミングでトリガ信号を出力する。音刺激が出力されたタイミングとは、子音の立ち上がり時刻である。

[0130] 事象関連電位取得部５５に音刺激の情報を送信しても良い。音刺激の情報は、呈示した音刺激の種類と、標準刺激又は逸脱刺激に関する情報と含む。なお、音刺激決定部８０は、音刺激出力部１０に生成した音刺激データを送信するだけでも良い。

[0131] なお、音刺激決定部８０は音刺激を自らが決定する機能を有していなくて

もよい。たとえば図示されない入力装置を介して、音刺激の情報を受け取ることができればよい。たとえばユーザ５又はユーザ５の聴力検査者が入力した情報を、音刺激の情報として採用しても良い。

[0132] つまり、判定装置１は、音刺激決定部８０および語音ＤＢ８５が存在していなくても機能することが可能である。

[0133] ＜音刺激出力部１０＞

音刺激出力部１０は、音刺激決定部８０で決定された語音を、ユーザ５に出力する。音刺激出力部１０から出力される語音は、子音のみ、子音と子音から母音への過渡状態とで構成される音、子音及び母音で構成される語音全体、又は子音の立ち上がりから所定の時間範囲の音を含む。

[0134] なお、脳波信号には、刺激に対するユーザ５の脳内処理などの様々な情報が含まれる。一般的に、母音は子音より音圧が大きいため、母音によって誘発される事象関連電位等が含まれる可能性がある。脳波信号からＭＭＮ成分を取得する際には、他の事象関連電位の成分が影響する可能性がある。そのため、母音を含まない音刺激（たとえば、子音のみ、子音と子音から母音への過渡状態とで構成される音、又は子音の立ち上がりから所定の時間範囲の音）を出力することによって、他の事象関連電位の影響を低減できる可能性がある。

[0135] また、音刺激の時間を短くすることによって、語音弁別能力判定に要する時間を低減できる。

[0136] 音刺激出力部１０は、決定された語音を、少なくとも第１試行ブロックと第２試行ブロックとに分けて、出力する。第１試行ブロックでは、標準刺激として第１の語音を出力し、逸脱刺激として第２の語音を出力する。第２試行ブロックでは、標準刺激として第２の語音を出力し、逸脱刺激として第１の語音を出力する。

[0137] 第１試行ブロックの第１の頻度及び第２の頻度と、第２試行ブロックの第１の頻度及び第２の頻度は同じであることが好ましいが、必ずしも同じでなくても良い。

[0138] たとえば、音刺激出力部１０は、音刺激決定部８０から受けた音刺激データを再生し、ユーザ５に呈示する。また、音刺激出力部１０は、音刺激決定部８０が決定した語音に対応する音刺激データを外部から取得し、ユーザ５に呈示してもよい。

[0139] 音刺激出力部１０は、たとえば、左右片方の語音弁別能力を判定する場合にはヘッドフォンとしてもよいし、両耳の語音弁別能力を判定する場合にはスピーカであってもよい。音刺激決定部８０で決定された語音の周波数特性を歪めずに、ユーザ５に呈示することが望ましい。

[0140] ＜生体信号計測部５０＞

生体信号計測部５０は、ユーザ５の生体信号を計測する脳波計である。

[0141] 生体信号計測部５０は、ユーザ５に装着した探査電極及び基準電極の電位差に対応する脳波を計測する。

[0142] 探査電極は、たとえば、図１１（ａ）に示す国際１０－２０法（１０－２０Ｓｙｓｔｅｍ）の電極位置に配置する。探査電極はたとえば中心部のＣｚや、前頭部のＦｚに装着される。基準電極は、たとえば、ユーザ５のマストイドに配置する。

[0143] なお、事象関連電位の特徴成分のレベル（振幅の大きさ）又は極性（振幅の正負）は、脳波計測用の電極を装着する部位、又は基準電極および探査電極の設定位置に応じて、変わる可能性がある。

[0144] しかしながら、以下の説明に基づけば、当業者は、そのときの基準電極および探査電極に応じて適切な改変を行って、事象関連電位の特徴を抽出し、語音弁別能力の判定を行うことが可能である。そのような改変例は、本発明の範疇である。

[0145] 脳波データに対して、適切な遮断周波数の周波数フィルタリングを行ってもよい。生体信号計測部５０は、計測した脳波又はフィルタリングした脳波を判定装置１（事象関連電位取得部５５）に送信する。以下、計測した脳波又はフィルタリングした脳波の情報を、「脳波データ」とも表記する。

[0146] 脳波データは、事象関連電位を含んでいる。事象関連電位とは、ある刺激

に対して発生する脳波の電位の変化を意味する。例えば、事象関連電位の信号の種類は、（１）電位の極性（陽性または陰性）、（２）潜時（刺激から電位が生起するまでの時間）、（３）電位の振幅の大きさ等に応じて決定される。

[0147] たとえば、脳波データに対して、適切な遮断周波数の周波数フィルタリングを行い、判定装置１（音刺激決定部８０）から受けたトリガを起点に、所定区間の事象関連電位を切り出し、その波形データ（事象関連電位）を事象関連電位取得部５５に送信する。所定区間とは、トリガを起点に０ｍｓからＭＭＮ成分が生起する２５０ｍｓを含む区間で、たとえば、トリガ前１００ｍｓからトリガ後５００ｍｓの区間である。トリガは、たとえば、子音の立ち上がり時刻とする。

[0148] 周波数フィルタとして、バンドパスフィルタを用いる場合は、たとえば０．５Ｈｚから２０Ｈｚまでを通過させるように遮断周波数を設定してもよい。ユーザ５はあらかじめ脳波計を装着しているものとする。

[0149] ＜事象関連電位取得部５５＞

事象関連電位取得部５５は、生体信号計測部５０から受けた脳波（事象関連電位）から、音刺激出力部１０が出力した音刺激の情報に応じて、事象関連電位を取得する。音刺激の情報は、音刺激決定部８０から受け付けても良いし、音刺激出力部１０から受け付けても良い。

[0150] 事象関連電位取得部５５は、標準刺激及び逸脱刺激、かつ、音刺激の語音毎に、事象関連電位を取得する。また、事象関連電位取得部５５は、標準刺激及び逸脱刺激にかかわらず、音刺激の語音毎に、事象関連電位を取得しても良い。

[0151] たとえば、事象関連電位の算出方法として、次の６つが挙げられる。

（１）標準／逸脱に関わらず、全ての語音Ａに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（２）標準／逸脱に関わらず、全ての語音Ｂに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（３）標準刺激としての語音Ａに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（４）逸脱刺激としての語音Ｂに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（５）標準刺激としての語音Ｂに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（６）逸脱刺激としての語音Ａに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

[0152] 事象関連電位取得部５５は、（１）および（２）の事象関連電位をＮ１判定部６０に送信し、（３）から（６）の事象関連電位をＭＭＮ判定部６５に送信する。

[0153] ＜Ｎ１判定部６０＞

Ｎ１判定部６０は、事象関連電位取得部５５から、標準刺激および逸脱刺激に関わらず、音刺激の種類ごとの事象関連電位を受け付ける。なお、Ｎ１判定部６０は、加算平均した事象関連電位を受け付けても良い。Ｎ１判定部６０は、受け付けた事象関連電位から、音刺激ごとのＮ１成分の有無を判定する。

[0154] たとえば、Ｎ１判定部６０は、音刺激後から５０ｍｓ以上１５０ｍｓ以下の時間範囲の事象関連電位に、陰性のピークが存在するか否かに基づいて、Ｎ１成分の有無を判定する。

[0155] 陰性のピークが存在した場合にＮ１成分あり、陰性のピークが存在しない場合にＮ１成分なしと判定する。

[0156] 所定の閾値よりも小さい陰性ピーク（陰性のピーク電位）が存在する場合には、陰性ピークが存在すると判定する。また、所定の閾値より大きい振幅を有する陰性ピークが存在する場合には、陰性ピークが存在しないと判定する。なお、陰性成分の振幅（つまり陰性成分の絶対値）を用いて、Ｎ１成分の有無を判定する場合には、陰性成分の振幅の絶対値が所定の基準より大きいか否かによって、Ｎ１成分の有無を判定しても良い。たとえば、陰性成分

の振幅の絶対値が所定の基準以上の場合にＮ１成分あり、陰性成分の振幅の絶対値が所定の基準より小さい場合にＮ１成分なしと判定する。なお、振幅を利用した判定を行う場合には、音刺激後の、判定に利用する時間範囲の脳波成分が負であることが保証される必要がある。上述した音刺激後から５０ｍｓ以上２００ｍｓ以下の時間範囲の脳波成分は、概して負である。よって陰性ピーク値を利用してもよいし、陰性成分の振幅を利用してもよい。

[0157] Ｎ１判定部６０は、陰性成分のピーク電位、区間平均電位、又はテンプレートとの類似度等を用いることにより、Ｎ１成分の有無を判定する。

[0158] たとえば、潜時約１００ｍｓ前後の区間平均電位と、所定の閾値とを比較することにより、Ｎ１成分の有無を判定しても良い。区間平均電位とは、潜時約１００ｍｓの時間範囲の平均電位としても良い。所定の閾値とはたとえば０μＶとしてもよい。

[0159] また、Ｎ１判定部６０は、Ｎ１成分を有する波形又はＮ１成分を有さない波形のテンプレートを保持してもよい。Ｎ１判定部６０は、受け付けた波形とテンプレートとの類似度と所定の閾値とを比較することにより、Ｎ１成分の有無を判定しても良い。

[0160] 本明細書において、Ｎ１判定部６０が用いる「所定の閾値以下の事象関連電位」は、潜時約１００ｍｓの時間範囲の陰性成分のピーク電位又は区間平均電位が所定の基準以下の事象関連電位と、潜時約１００ｍｓの時間範囲の陰性成分の振幅が所定の基準以上の事象関連電位と、所定のテンプレートとの類似度が所定の基準以上の事象関連電位を含む。また、Ｎ１判定部６０が用いる「前記所定の閾値より大きい事象関連電位」とは、潜時約１００ｍｓの時間範囲の陰性成分のピーク電位又は区間平均電位が所定の基準より大きい事象関連電位と、潜時約１００ｍｓの時間範囲の陰性成分の振幅が所定の基準より小さい事象関連電位と、所定のテンプレートとの類似度が所定の基準より小さい事象関連電位を含む。

[0161] Ｎ１成分の有無の判定結果を、弁別能力判定部７０に送信する。なお、Ｎ１成分の有無の判定結果は、Ｎ１成分の有無の情報ではなく、陰性のピーク

値、潜時約１００ｍｓの時間範囲の平均電位、又はテンプレートとの類似度でも良い。

[0162] ＜ＭＭＮ判定部６５＞

ＭＭＮ判定部６５は、事象関連電位取得部５５から受けた、音刺激の種類ごとに、逸脱刺激に対応するＥＲＰから標準刺激に対応するＥＲＰの差分情報を取得する。事象関連電位の差分情報は、事象関連電位の波形情報、及び潜時と対応付けられた電位の値の情報を含む。

[0163] ＭＭＮ判定部６５は、たとえば、語音Ａと語音Ｂを呈示した場合には、試行ブロックＢの逸脱刺激の語音Ａに対応するＥＲＰから、試行ブロックＡの標準刺激の語音Ａに対応するＥＲＰを減算する。

[0164] ＭＭＮ判定部６５は、減算波形の潜時１５０ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲において、陰性成分が存在するかに基づいて、具体的には、潜時約２００ｍｓ前後における陰性成分のピーク電位が所定の基準より大きい場合にＭＭＮ成分なし、潜時約２００ｍｓ前後における陰性成分のピーク電位が所定の基準以下の場合にＭＭＮ成分ありと判定する。

[0165] なお、陰性成分の振幅の絶対値を用いて、ＭＭＮ成分の有無を判定する場合には、陰性成分の振幅の絶対値が所定の基準より大きいか否かによって、ＭＭＮ成分の有無を判定しても良い。たとえば、陰性成分の振幅の絶対値が所定の基準以上の場合にＭＭＮ成分あり、陰性成分の振幅の絶対値が所定の基準より小さい場合にＭＭＮ成分なしと判定する。

[0166] ＭＭＮ判定部６５は、Ｎ１判定部６０と同様に、潜時約２００ｍｓ前後に陰性成分の値として、陰性成分のピーク、区間平均電位、テンプレートとの類似度を用いることにより、ＭＭＮ成分の有無を判定する。

[0167] たとえば、潜時１００ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間の区間平均電位を算出し、区間平均電位が所定の閾値以下の場合にＭＭＮ成分あり、所定の閾値よりも大きい場合にＭＭＮ成分なしとしてもよい。ここで、所定の閾値とはたとえば０μＶとしてもよい。

[0168] 本明細書において、ＭＭＮ判定部６５が用いる「所定の閾値以下の事象関

連電位」は、潜時約２００ｍｓ前後の時間範囲の陰性成分のピーク電位又は区間平均電位が所定の基準以下の事象関連電位と、潜時約２００ｍｓ前後の時間範囲の陰性成分の振幅が所定の基準以上の事象関連電位と、所定のテンプレートとの類似度が所定の基準以上の事象関連電位を含む。また、ＭＭＮ判定部６５が用いる「前記所定の閾値より大きい事象関連電位」とは、潜時約２００ｍｓ前後の時間範囲の陰性成分のピーク電位又は区間平均電位が所定の基準より大きい事象関連電位と、潜時約２００ｍｓ前後の時間範囲の陰性成分の振幅が所定の基準より小さい事象関連電位と、所定のテンプレートとの類似度が所定の基準より小さい事象関連電位を含む。

[0169] ２種類の音刺激に対する弁別能力を判定する場合、一方のみＭＭＮ成分ありと判定される場合も発生するが、その場合はＭＭＮ成分なしと判定し、全ての音刺激に対してＭＭＮ成分ありと判定された場合のみＭＭＮ成分ありとしてもよい。ＭＭＮ成分の有無の判別結果を、弁別能力判定部７０に送信する。

[0170] なお、語音Ａに対応するＥＲＰのＭＭＮ成分の判定と、語音Ｂに対応するＥＲＰのＭＭＮ成分の判定とが異なる場合には、検査時間を延長してもよい。

[0171] Ｎ１成分の有無の判定結果を、弁別能力判定部７０に送信する。なお、ＭＭＮ成分の有無の判定結果は、ＭＭＮ成分の有無の情報ではなく、陰性のピーク値、潜時１００ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲の平均電位、又はテンプレートでも良い。

[0172] ＜弁別能力判定部７０＞

弁別能力判定部７０は、所定の判定基準を参照して、Ｎ１判定部６０から受けたＮ１成分の有無と、ＭＭＮ判定部６５から受けたＭＭＮ成分の有無とから、語音弁別能力を判定する。

[0173] 図４は、所定の判定基準の一例を示す。

[0174] 具体的には、語音Ａ及び語音ＢのいずれにもＮ１成分が現れている場合を図４に示す「あり」と判定する。語音Ａ及び語音Ｂのいずれか一方にＮ１成

分が現れている場合を図４に示す「一方のみあり」と判定する。語音Ａ及び語音Ｂのいずれにも Ｎ１成分が現れていない場合を図４に示す「なし」と判定する。

[0175] 以下に、Ｎ１成分の有無とＭＭＮ成分の有無とからの語音弁別能力の判定結果を６つの例を示す。

[0176] （１）全ての語音に対してＮ１成分が現れており、かつ、ＭＭＮ成分がある場合には、正しく語音弁別できていると判定する。（２）全ての語音に対してＮ１成分が現れており、かつ、ＭＭＮ成分がない場合には、聞こえてはいるが弁別できていないと判定する。（３）いずれかの音刺激に対してＮ１成分が現れておらず、かつ、ＭＭＮ成分ありの場合には、一方の子音が聞こえていないと判定する。（４）いずれかの音刺激に対してＮ１成分が現れておらず、かつ、ＭＭＮ成分なしの場合には、正しく脳波が計測できていないと判定する。（５）全ての音刺激に対してＮ１成分が現れておらず、かつ、ＭＭＮ成分ありの場合には、正しく脳波が計測できていないと判定する。（６）全ての音刺激に対してＮ１成分が現れておらず、かつ、ＭＭＮ成分なしの場合には、全ての子音が聞こえていないと判定する。

[0177] ＜語音弁別能力判定システム１００の処理＞

次に、図１０を参照しながら図６の語音弁別能力判定システム１００の処理手順を説明する。図１０は、語音弁別能力判定システム１００の処理の手順を示すフローチャートである。

[0178] ＜ステップＳ１０１＞

音刺激決定部８０は、語音ＤＢ８５を参照し、ユーザ５に呈示する２種類以上の音刺激の情報を決定する。

[0179] 音刺激の情報は、音刺激として呈示する語音の種類、刺激頻度、音刺激を呈示する耳（右耳または左耳）、及び呈示タイミングを含む。音刺激は、子音のみ、子音と子音から母音への過渡状態とで構成される音、子音及び母音で構成される語音全体、子音の立ち上がりから所定の時間範囲の音を含む。

[0180] 音刺激の語音の種類は、語音弁別能力を判定したい範囲から選択する。た

とえば感音難聴者にとって異聴が発生しやすい有声の破裂・破擦・摩擦音（ｂ／ｄ／ｇグループ）の弁別能力を判定する場合には、グループ内からたとえば、語音ｂと語音ｄを選択する。音刺激の頻度は、標準刺激と逸脱刺激に頻度差があるように、たとえば標準刺激を８０％、逸脱刺激を２０％のように設定する。

[0181] ＜ステップＳ１０２＞

音刺激出力部１０は、音刺激決定部８０が決定した第１の語音を、第１試行ブロックとして設定した頻度で、音刺激をユーザ５に呈示する。

[0182] たとえば、語音ｂを標準刺激として８０％の頻度で、語音ｄを逸脱刺激として２０％の頻度で呈示する。音刺激は、弁別能力を判定したい方の耳に呈示する。両耳の判定をする場合には、両耳に呈示する。呈示タイミングは、たとえば音刺激間の間隔が５００ｍｓになるように設定する。そして、音刺激決定部８０は、音刺激出力部１０を介してユーザ５に音刺激を出力し、そのタイミングで生体信号計測部５０にトリガ信号を出力する。また、事象関連電位取得部５５に音刺激の内容を送信する。音刺激の内容とは、子音、標準／逸脱に関する情報である。

[0183] ＜ステップＳ１０３＞

生体信号計測部５０は、ステップＳ１０２およびステップＳ１０３において音刺激決定部８０が出力した音刺激呈示タイミングのトリガを起点に、たとえば－１００以上５００ｍｓ以下の時間範囲の脳波を切り出す。生体信号計測部５０は、事象関連電位取得部５５に、切り出した脳波を送信する。切り出した脳波とは、所定の時間範囲の脳波のみだけでなく、所定の時間範囲にマークを付けた、全ての時間範囲の脳波でも良い。

[0184] ＜ステップＳ１０４＞

事象関連電位取得部５５は、生体信号計測部５０から受けた音刺激ごとの脳波と、音刺激決定部８０から受けた音刺激の内容の情報に基づいて、脳波を加算平均して事象関連電位を算出する。

[0185] ＜ステップＳ１０５＞

音刺激決定部８０は、逸脱刺激が所定回数に到達したかどうかを判定する。本実施形態では、所定の回数はたとえば１５０回である。

[0186] 所定回数に到達していない場合には、処理はステップＳ１０２に戻り、到達した場合には処理はステップＳ１０６に進む。

[0187] ＜ステップＳ１０６＞

音刺激出力部１０は、音刺激決定部８０が決定した第２の語音を、第２試行ブロックとして設定した頻度で、音刺激をユーザ５に呈示する。

[0188] たとえば、語音ｄを標準刺激として８０％の頻度で、語音ｂを逸脱刺激として２０％の頻度で呈示する。それ以外については、ステップＳ１０２と同様である。

[0189] ＜ステップＳ１０７およびＳ１０８＞

ステップＳ１０７およびＳ１０８の処理は、それぞれステップＳ１０３およびＳ１０４の処理と同じであるため、それらの説明は省略する。

[0190] ＜ステップＳ１０９＞

音刺激決定部８０は、逸脱刺激が所定回数に到達したかどうかを判定する。本実施形態では、所定の回数はたとえば１５０回である。

[0191] 所定回数に到達していない場合には、処理はステップＳ１０６に戻り、到達した場合には処理はステップＳ１１０およびＳ１１１に進む。

[0192] Ｎ１成分とＭＭＮ成分の有無を判定するために、次の６つの事象関連電位を別々に算出する。

（１）標準／逸脱に関わらず、全ての語音Ａに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（２）標準／逸脱に関わらず、全ての語音Ｂに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（３）標準刺激としての語音Ａに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（４）逸脱刺激としての語音Ｂに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（５）標準刺激としての語音Ｂに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位

（６）逸脱刺激としての語音Ａに対応するＥＲＰを加算平均した事象関連電位。

[0193] 事象関連電位取得部５５は、Ｎ１判定部６０に、（１）および（２）の事象関連電位を送信し、ＭＭＮ判定部６５に、（３）から（６）の事象関連電位を送信する。

[0194] ＜ステップＳ１１０＞

Ｎ１判定部６０は、事象関連電位取得部５５から受けた標準刺激および逸脱刺激に関わらず音刺激の種類ごとに加算平均した事象関連電位に基づき、音刺激ごとのＮ１成分の有無を判定する。

[0195] Ｎ１成分の有無の判定は、事象関連電位の潜時約１００ｍｓ前後に陰性のピークが存在するか否かに基づいて、陰性のピークが存在した場合にＮ１成分あり、陰性のピークが存在しない場合にＮ１成分なしとして行う。

[0196] Ｎ１成分の有無の判定は、たとえば、潜時約１００ｍｓ前後の区間平均電位を算出し、区間平均電位が所定の閾値よりも小さい場合にＮ１成分あり、所定の閾値よりも大きい場合にＮ１成分なしとしてもよい。ここで、所定の閾値とはたとえば０μＶとしてもよい。そして、Ｎ１成分の有無の判定結果を、弁別能力判定部７０に送信する。

[0197] ＜ステップＳ１１１＞

ＭＭＮ判定部６５は、事象関連電位取得部５５から受けた、音刺激の種類ごとに、逸脱刺激から標準刺激の反応を減算する。

[0198] たとえば、語音Ａと語音Ｂを呈示した場合には、逸脱刺激としての語音Ａから標準刺激としての語音Ａの反応を減算する。そして、減算波形の潜時約１５０ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲の脳波において、陰性成分が存在するかに基づいて、陰性成分が存在した場合にはＭＭＮ成分あり、存在しなかった場合にＭＭＮ成分なしと判定する。

[0199] ２種類の音刺激に対する弁別能力を判定する場合、一方のみＭＭＮ成分あ

りと判定される場合も考えられるが、その場合はＭＭＮ成分なしとし、全ての音刺激に対してＭＭＮ成分ありと判定された場合のみＭＭＮ成分ありとしてもよい。ＭＭＮ成分の有無の判別結果を、弁別能力判定部７０に送信する。

[0200] ＜ステップＳ１１２＞

弁別能力判定部７０は、Ｎ１判定部６０とＭＭＮ判定部６５から受けた、Ｎ１成分の有無と、ＭＭＮ成分の有無から、語音の弁別能力を判定する。

[0201] 具体的には、上述の図４の判定基準を用いて、語音の弁別能力を判定する。全ての聴覚刺激に対してＮ１成分が惹起されている場合には、ＭＭＮ成分の有無に基づいて、ＭＭＮ成分がある場合には、正しく弁別できている、ＭＭＮ成分なしの場合には、聞こえてはいるが弁別できていない、と判定する。また、いずれかの聴覚刺激に対してＮ１成分が惹起されていない場合で、ＭＭＮ成分ありの場合には、一方の子音が聞こえていないと判定する。すべての聴覚刺激に対してＮ１成分が惹起されていなくて、ＭＭＮ成分なしの場合には、全ての子音が聞こえていないと判定する。なお、いずれかの子音に対してＮ１成分が惹起されず、かつＭＭＮ成分なしの場合と、全ての聴覚刺激に対してＮ１成分が惹起されず、かつＭＭＮ成分ありの場合には、正しく脳波が計測できていないと判定する。この場合は、それ以外の判定結果が得られるまで脳波計測を繰り返してもよい。そして、弁別能力の判定結果を、たとえば不揮発性メモリ（図示せず）に保持する。または判定装置１は、弁別能力の判定結果を外部機器に出力してもよい。外部機器はその判定結果を利用して補聴器の利得を決定することが可能である。

[0202] 本実施形態の語音弁別能力判定システム１００によれば、２種類以上の語音の、子音開始から母音開始までの過渡状態を含めた音を音刺激として頻度差をつけて呈示し、音刺激に対応するＥＲＰのＮ１成分とＭＭＮ成分の有無に基づいて、語音弁別能力が判定される。これにより、高精度に語音弁別能力の判定ができる。

[0203] 本実施形態の説明では、生体信号計測部５０は、音刺激決定部８０からの

トリガを起点にして予め定められた範囲の事象関連電位を切り出し、事象関連電位取得部５５に送信するとした。しかしながら、この処理は一例である。他の処理として、たとえば、生体信号計測部５０は継続的に脳波を計測し、事象関連電位取得部５５が必要な事象関連電位の切り出しおよびベースライン補正を行ってもよい。当該構成であれば、音刺激決定部８０は生体信号計測部５０にトリガを送信する必要はなくなり、事象関連電位取得部５５にトリガを送信すればよい。

[0204] （実施形態１の変形例）

実施形態１では、ユーザにとって音刺激が聞こえない場合があることを想定して、Ｎ１成分の有無を判定した。そして、Ｎ１成分が存在することをもって、音刺激が聞こえるとし、続くＭＭＮ成分の判定処理に進むこととした。

[0205] しかしながら、音刺激を知覚できることが予め分かっている場合も当然に想定され得る。その場合には、欠落刺激が存在しないことが担保され、Ｎ１成分の有無を判定する必要はないと言える。欠落刺激が存在しないことを担保するためには、たとえば事前に、主観報告によって音刺激が聞こえるかどうかを確認し、全ての音刺激が聞こえることが約束されるような状況であればよい。

[0206] そこで実施形態１の変形例として、Ｎ１判定部６０を備えていない語音弁別能力判定システムが考えられる。

[0207] 図１２は、Ｎ１判定部６０を省略した語音弁別能力判定システム１５０の構成を示す。この語音弁別能力判定システム１５０では、弁別能力判定部７０は、ＭＭＮ判定部６５が判定したＭＭＮ成分の有無と、図３に示す判定基準に基づいて、語音弁別能力を判定する。

[0208] 語音弁別能力判定装置１５は、少なくとも事象関連電位取得部５５と、ＭＭＮ判定部６５と、弁別能力判定部７０とを備えていれば良い。実施形態１に関連して説明したように、音刺激決定部８０および語音ＤＢ８５は必須でなくてもよい。

[0209] 語音弁別能力判定装置１５の処理の手順は、図１０のステップＳ１１０を除くステップＳ１０１～Ｓ１１２によって実現される。

[0210] （実施形態２）

実施形態２の語音弁別能力判定システム２００は、語音弁別能力判定の結果から、弁別能力を向上させるために、補聴器の周波数ごとの利得をどのように調整するかを決定する。

[0211] 実施形態２の語音弁別能力判定システム２００は、語音弁別能力の判定に加えて、音刺激のフォルマント周波数および強度を利用し、所定の入力音圧に対応する周波数ごとの補聴器利得を決定する。

[0212] 本実施形態の語音弁別能力判定システム２００は、Ｎ１成分とＭＭＮ成分の有無に基づく語音弁別能力の判定結果を受けて、語音弁別能力なしと判定された場合に、音刺激として呈示した語音のフォルマントに関連する周波数における補聴器の利得を調整する。

[0213] 図１３は、本実施形態による語音弁別能力判定システム２００の機能ブロックの構成を示す。

[0214] 語音弁別能力判定システム２００は、音刺激出力部１０と、生体信号計測部５０と、補聴器利得決定装置２とを有している。以下では、補聴器利得決定装置２を「決定装置２」と略記する。図６と同じブロックに関しては同一の符号を付し、その説明は省略する。なお、決定装置２のハードウェア構成は、図８に示すとおりである。プログラム３５（図８）と異なる処理を規定するプログラムが実行されることにより、図１３に示す本実施形態による決定装置２が実現される。

[0215] 本実施形態の決定装置２が、実施形態１による判定装置１との相違する点は、語音ＤＢ８５に代えて語音ＤＢ８６を設けた点、および利得決定部７５を新たに設けた点にある。

[0216] 以下、語音ＤＢ８６および、利得決定部７５を説明する。

[0217] ＜語音ＤＢ８６＞

語音ＤＢ８６は、語音ＤＢ８５と同様に、音刺激として呈示する２種類以

上の語音の情報を保持するデータベースである。図１４は、たとえば／ｇ／と／ｄ／を検査語音として用いる場合の語音ＤＢ８６の例を示す。語音ＤＢ８５との差異は、語音ごとに、フォルマントの周波数および強度の情報を保持している点である。

[0218] 音刺激のフォルマントの周波数は、たとえば、音声ファイルの音データ開始から所定のタイミングにおけるスペクトル包絡のピーク値によって決定された数値である。たとえば、第１から第３フォルマントの周波数を求める場合には、スペクトル包絡のピークを周波数が小さい方から３つ求めればよい。また、強度は、フォルマントごとの周波数における音圧で、たとえば周波数ごとの音圧を計測できる騒音計で測定可能な情報である。

[0219] ＜利得決定部７５＞

利得決定部７５は、弁別能力判定部７０から受けた語音の弁別能力に関する判定結果を受け付け、所定の基準を参照し、判定結果に基づいて、補聴器の利得を決定する。

[0220] 「補聴器の利得」とは、補聴器に入力される音の音圧または周波数ごとに、補聴器が音を増幅する量である。たとえば、補聴器に入力される音の音圧と、補聴器から出力される音の音圧との差である。

[0221] 利得決定部７５は、より具体的には、ＭＭＮ成分の有無及びＮ１成分の有無と、補聴器利得の決定方法とを所定の基準として保持して、補聴器の利得を決定する。

[0222] Ｎ１成分は、Ｎ１成分の有無の情報ではなく、潜時約１００ｍｓの時間範囲の陰性のピーク電位又は振幅の値、潜時約１００ｍｓの時間範囲の平均電位、又はテンプレートとの類似度を受け付けても良い。

[0223] 利得決定部７５は、ユーザ５が語音弁別できていない、あるいは語音を聞こえていない場合に、語音ＤＢ８５を参照して、語音のフォルマント周波数および音圧に対応する利得を上げるように決定する。

[0224] たとえば、聞こえているが弁別できていないと判定された場合には、音刺激間でフォルマント周波数の差が大きい周波数に関して、利得を上げるよう

に決定してもよい。またたとえば、音刺激が聞こえていないと判定された場合には、音刺激のフォルマント周波数によらず、全ての周波数の補聴器利得を上げるように決定してもよい。そして、決定した利得の情報を反映して、語音ＤＢ８６の音声データおよび音刺激の情報を書き換える。

[0225] たとえば、図１４のようなフォルマントの条件で、語音弁別能力として、聞こえているが弁別できていないと判定された場合には、音刺激間でフォルマント周波数に差がある第３フォルマントの２５００Ｈｚおよび３０００Ｈｚの音圧が５ｄＢ上げるような音声データに書き換え、第３フォルマントの強度の情報をそれぞれ５ｄＢずつ上げる。音声データの書き換えは、イコライザ機能を用いた処理を行うことで簡易に実現できる。

[0226] 次に、図１５のフローチャートを参照しながら、語音弁別能力判定システム２００において行われる全体的な処理の手順を説明する。

[0227] 図１５は、本実施形態による語音弁別能力判定システム２００の処理手順を示す。図１５では、語音弁別能力判定システム１００の処理（図１０）と同じ処理を行うステップに関しては同一の参照符号を付し、その説明は省略する。

[0228] 本実施形態による語音弁別能力判定システム２００の処理が実施形態１による語音弁別能力判定システム１００の処理（図１０）と相違する点は、利得の決定および反映に関するステップＳ２０１からステップＳ２０２を新たに追加した点である。

[0229] ＜ステップＳ２０１＞

利得決定部７５は、利得決定部７５が保持する所定の基準を参照して、弁別能力判定部７０が判定した語音の弁別能力に関する判定結果に基づいて、補聴器の利得を決定する。

[0230] たとえば、利得決定部７５は、弁別能力判定部７０から受けた音刺激の弁別能力に関する判定結果において、弁別できていないと判定された場合や、音刺激が聞こえていないと判定された場合に、語音ＤＢ８６を参照して音刺激のフォルマント周波数および強度に関する利得を上げるように決定する。

[0231] たとえば、聞こえているが弁別できていないと判定された場合には、音刺激間でフォルマント周波数の差が大きい周波数に関して、補聴器利得を上げるように決定してもよい。またたとえば、子音が聞こえていないと判定された場合には、音刺激のフォルマント周波数によらず、全ての周波数の補聴器利得を上げるように決定してもよい。

[0232] ＜ステップＳ２０２＞

利得決定部７５は、ステップＳ２０１で決定した利得を、語音ＤＢ８６に反映する。

[0233] 本実施形態において、利得決定部７５は、決定した利得を反映して語音ＤＢ８６を更新するとしたが、更新しなくてもよい。利得決定部７５は、決定した利得を保存してもよい。また、決定した利得を補聴器の調整者に呈示し、補聴器調整者がユーザ５の補聴器の利得決定に用いてもよい。

[0234] 本実施形態の語音弁別能力判定システム２００によれば、２種類以上の語音の、子音開始から母音開始までの過渡状態を含めた音を音刺激として頻度差をつけて呈示し、音刺激に対応するＥＲＰのＮ１成分とＭＭＮ成分の有無に基づいて、語音弁別能力が判定される。これにより、ユーザにとって面倒な回答入力なしに、ユーザごとの語音弁別能力が判定できる。そして、語音弁別能力がないと判定した場合には、音刺激として呈示した語音のフォルマントに関連する周波数における利得が決定される。これにより、補聴器装用時に聞こえに関する不満の少ない、補聴器フィッティングに関する情報が得られる。

[0235] （実施形態２の変形例）

上述のとおり、実施形態１の変形例として、判定装置１がＮ１判定部６０を備えていないい語音弁別能力判定システムを説明した。

[0236] 実施形態２の変形例としても同様に、Ｎ１判定部を有しない補聴器利得決定装置が考えられる。

[0237] 図１７は、Ｎ１判定部６０を省略した語音弁別能力判定システム２５０の構成を示す。語音弁別能力判定システム２５０の補聴器利得決定装置２５は

、少なくとも事象関連電位取得部５５と、ＭＭＮ判定部６５と、利得決定部７５とを備えていればよい。

[0238] 事象関連電位取得部５５は、音刺激出力部１０から出力された音刺激の情報に基づいて、生体信号計測部５０から事象関連電位を取得する。

[0239] 利得決定部７５は、ＭＭＮ成分の有無及び補聴器利得の決定方法を所定の基準として保持し、所定の基準を参照して、ＭＭＮ成分の有無に基づいて、補聴器利得を決定しても良い。

[0240] なお、ＭＭＮ成分の有無の情報に代えて、潜時１５０ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲の陰性のピーク電位又は振幅の値、潜時１５０ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲の平均電位、又はテンプレートとの類似度を受け付けても良い。

[0241] 利得決定部７５は、潜時１５０ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲の陰性のピークの振幅の値、潜時１５０ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲の平均電位、又は潜時１５０ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲の波形を含む脳波信号とテンプレートとの類似度に基づいて、補聴器利得を決定しても良い。

[0242] 利得決定部７５は、潜時約１００ｍｓの時間範囲の陰性のピーク電位又は振幅の値、潜時約１００ｍｓの時間範囲の平均電位、又はテンプレートとの類似度に基づいて、補聴器利得を決定しても良い。

産業上の利用可能性

[0243] 本発明の一態様にかかる語音弁別能力判定システムによれば、語音弁別能力をユーザごとの脳波から直接的に求めることができるため、補聴器店や家庭などでの補聴器の調整に有用である。

符号の説明

[0244] １、２、１５　語音弁別能力判定装置

５　ユーザ

１、１５　語音弁別能力判定装置（判定装置）

２、２５　補聴器利得決定装置（決定装置）

１０　音刺激出力部

５０　生体信号計測部

５５　事象関連電位取得部

６０　Ｎ１判定部

６５　ＭＭＮ判定部

７０　弁別能力判定部

７５　利得決定部

８０　音刺激決定部

８５、８６　語音ＤＢ

１００、１５０、２００、２５０　語音弁別能力判定システム

請求の範囲

［請求項1］ ユーザの脳波信号を計測する生体信号計測部と、

複数の語音情報が記憶されている語音データベースを参照して、互いに異なる第１語音及び第２語音を決定する音刺激決定部と、

前記第１語音を第１頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力する第１試行と、前記第１語音を前記第２頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度で出力する第２試行とを切り替えて行う出力部と、

前記脳波信号に含まれる事象関連電位を取得する事象関連電位取得部であって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得する事象関連電位取得部と、

前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するＭＭＮ判定部と、

前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定する弁別能力判定部と

を備えた、語音弁別能力判定システム。

［請求項2］ 前記出力部は、前記第１頻度をＸ（０＜Ｘ＜０．５）とし、前記第２頻度を（１－Ｘ）として、前記第１語音及び前記第２語音を出力する、請求項１に記載の語音弁別能力判定システム。

［請求項3］ 前記ＭＭＮ判定部は、前記差分情報に、前記第１語音および前記第

２語音が出力された後の所定の時間範囲に、所定の閾値以下の事象関連電位が存在すると判定した場合には陰性成分が存在すると判定し、前記所定の閾値より大きい事象関連電位が存在すると判定した場合には、陰性成分が存在しないと判定する、請求項２に記載の語音弁別能力判定システム。

［請求項4］ 前記所定の時間範囲は、１００ｍｓ以上２５０ｍｓ以下の時間範囲である、請求項１から３のいずれかに記載の語音弁別能力判定システム。

［請求項5］ 前記第１語音および前記第２語音の各々が出力された時刻を起点とする５０ｍｓ以上１５０ｍｓ以下の時間範囲に、事象関連電位の陰性成分であるＮ１成分が存在しているか否かを判定するＮ１判定部をさらに備え、

前記Ｎ１判定部の判定結果が前記Ｎ１成分が存在していることを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定する、請求項４に記載の語音弁別能力判定システム。

［請求項6］ 前記Ｎ１判定部は、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に、所定の閾値以下の事象関連電位が存在すると判定した場合には前記Ｎ１成分が存在すると判定し、前記所定の閾値より大きい事象関連電位が存在すると判定した場合には、前記Ｎ１成分が存在しないと判定する、請求項５に記載の語音弁別能力判定システム。

［請求項7］ 前記Ｎ１判定部の判定結果が前記Ｎ１成分が存在していることを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していないことを示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を聞こえており、かつ、前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていないと判定する、請求項５

に記載の語音弁別能力判定システム。

[請求項8] 前記第１語音および前記第２語音の各々が出力された時刻を起点とする５０ｍｓ以上１５０ｍｓ以下の時間範囲に、事象関連電位の陰性成分であるＮ１成分が存在しているか否かを判定するＮ１判定部をさらに備え、

前記Ｎ１判定部の判定結果が、前記第１語音および前記第２語音の一方に関して、前記Ｎ１成分が存在していないことを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記ユーザが前記第１語音および前記第２語音の一方を弁別できていないと判定する、請求項４に記載の語音弁別能力判定システム。

[請求項9] 前記第１語音および前記第２語音の各々が出力された時刻を起点とする５０ｍｓ以上１５０ｍｓ以下の時間範囲に、事象関連電位の陰性成分であるＮ１成分が存在しているか否かを判定するＮ１判定部をさらに備え、

前記Ｎ１判定部の判定結果が、前記第１語音および前記第２語音の一方に関して、前記Ｎ１成分が存在していることを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していないことを示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記生体信号計測部が脳波信号を正しく計測できていないと判定する、請求項５に記載の語音弁別能力判定システム。

[請求項10] 前記第１語音および前記第２語音の各々が出力された時刻を起点とする５０ｍｓ以上１５０ｍｓ以下の時間範囲に、事象関連電位の陰性成分であるＮ１成分が存在しているか否かを判定するＮ１判定部をさらに備え、

前記Ｎ１判定部の判定結果が、前記第１語音および前記第２語音に関して、前記Ｎ１成分が存在していないことを示す場合であって、かつ、前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していること

を示す場合には、前記弁別能力判定部は、前記生体信号計測部が脳波信号を正しく計測できていないと判定する、請求項５に記載の語音弁別能力判定システム。

［請求項11］ 前記弁別能力判定部の判定結果が、前記ユーザが前記第１語音および前記第２の語音を弁別できていないことを示す場合に、前記第１語音および前記第２語音のフォルマント周波数の差分が大きい周波数に関する利得を上げることを決定する利得決定部をさらに備えた、請求項１に記載の語音弁別能力判定システム。

［請求項12］ 前記弁別能力判定部の判定結果が、前記ユーザが前記第１語音および前記第２語音を聞こえていないと判定した場合、可聴周波数全体にわたって利得を上げることを決定する利得決定部を備えた、請求項８に記載の語音弁別能力判定システム。

［請求項13］ 前記出力部は、前記第１試行を行い、前記第１語音の出力回数が所定の回数に到達した後、前記第１試行を前記第２試行に切り替える、請求項２に記載の語音弁別能力判定システム。

［請求項14］ 第１語音が第１頻度で出力され、かつ、前記第２語音が前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力される第１試行と、前記第１語音が前記第２頻度で出力され、かつ、前記第２語音が前記第１頻度で出力される第２試行とが切り替えて行われる語音弁別能力判定システムにおいて利用される語音弁別能力判定装置であって、

生体信号計測部によって計測された脳波信号に含まれる事象関連電位を取得する事象関連電位取得部であって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得する事象関連電位取得部と、

前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出

力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するＭＭＮ判定部と、

前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定する弁別能力判定部と

を備えた、語音弁別能力判定装置。

［請求項15］ 第１語音が第１頻度で出力され、かつ、前記第２語音が前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力される第１試行と、前記第１語音が前記第２頻度で出力され、かつ、前記第２語音が前記第１頻度で出力される第２試行とが切り替えて行われる語音弁別能力判定システムにおいて利用される補聴器利得決定装置であって、

生体信号計測部によって計測された脳波信号に含まれる事象関連電位を取得する事象関連電位取得部であって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得する事象関連電位取得部と、

前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するＭＭＮ判定部と、

前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定する弁別能力判定部と、

所定の判定基準を参照し、前記差分情報に基づいて、補聴器の利得を決定する利得決定部と

を備えた、補聴器利得決定装置。

[請求項16] 複数の語音情報が記憶されている語音データベースを参照して、互いに異なる第１語音及び第２語音を決定するステップと、

ユーザの脳波信号を計測するステップと、

前記第１語音を第１頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力する第１試行を行うステップと、

前記第１語音を前記第２頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度で出力する第２試行を行うステップと、

前記脳波信号に含まれる事象関連電位を取得するステップであって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得するステップと、

前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するステップと、

判定する前記ステップの判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定するステップと

を包含する、語音弁別能力判定方法。

[請求項17] 語音弁別能力判定システムの語音弁別能力判定装置に設けられたコンピュータによって実行されるコンピュータプログラムであって、

前記コンピュータプログラムは、前記コンピュータに対し、

生体信号計測部によって計測されたユーザの脳波信号を受け取るステップと、

複数の語音情報が記憶されている語音データベースを参照して、互いに異なる第１語音及び第２語音を決定するステップと、

前記第１語音を第１頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度とは異なる第２頻度で出力する第１試行を行うステップと、

前記第１語音を前記第２頻度で出力し、かつ、前記第２語音を前記第１頻度で出力する第２試行を行うステップと、

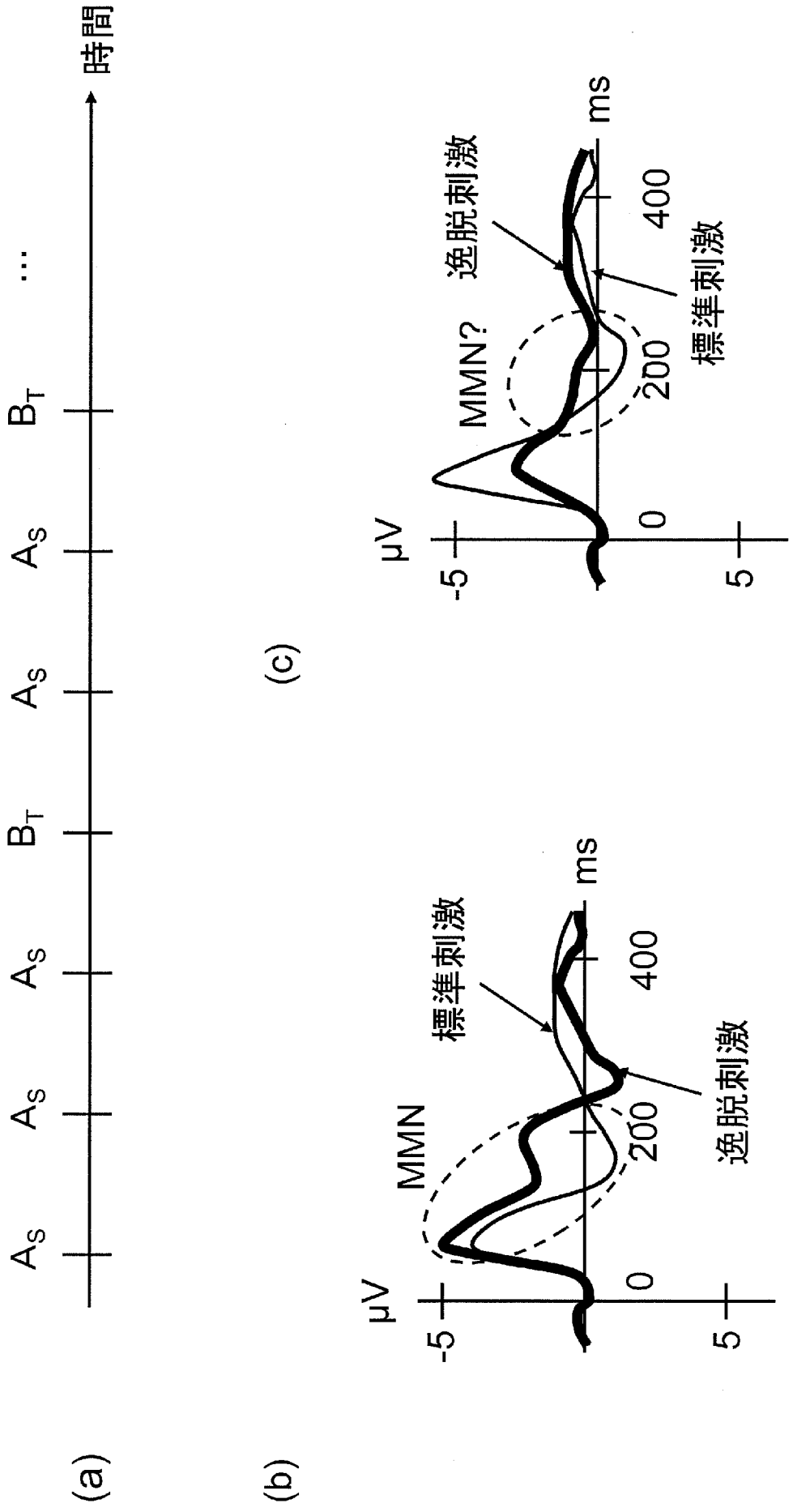
前記脳波信号に含まれる事象関連電位を取得するステップであって、前記第１頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第１語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第１頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位、前記第２頻度で出力された前記第２語音の出力時刻を起点とする事象関連電位を取得するステップと、

前記第１語音および前記第２語音の各々に関し、前記第１頻度で出力されたときに取得された事象関連電位と、前記第２頻度で出力されたときに取得された事象関連電位との差分情報を取得し、前記差分情報に、前記第１語音および前記第２語音が出力された後の所定の時間範囲に陰性成分が存在しているか否かを判定するステップと、

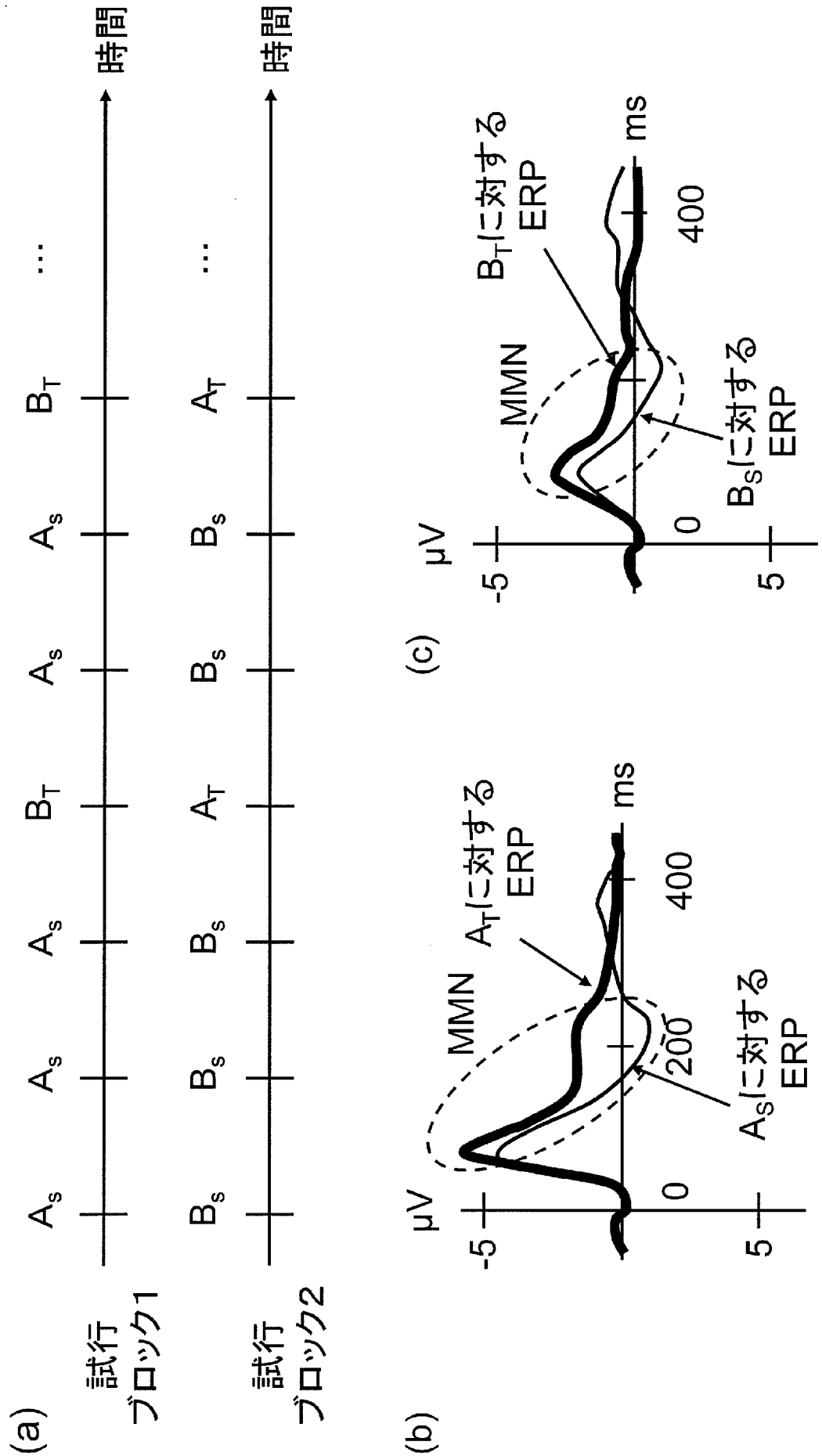
前記ＭＭＮ判定部の判定結果が前記陰性成分が存在していることを示す場合には、前記ユーザが前記第１語音及び前記第２語音を弁別できていると判定するステップと

を実行させる、コンピュータプログラム。

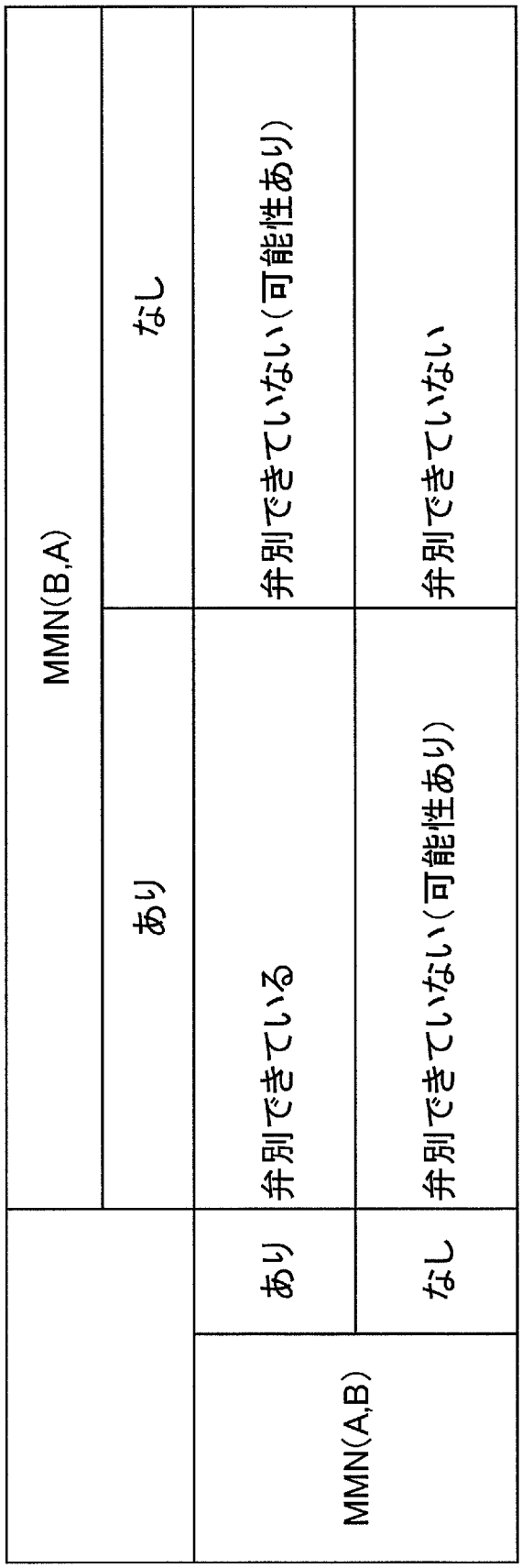
[図1]


(a)
時間
A_S A_S A_S B_T A_S A_S B_T ...
(b)
MMN
標準刺激
逸脱刺激
μV
-5
0
5
200
400
ms
(c)
MMN?
逸脱刺激
標準刺激
μV
-5
0
5
200
400
ms

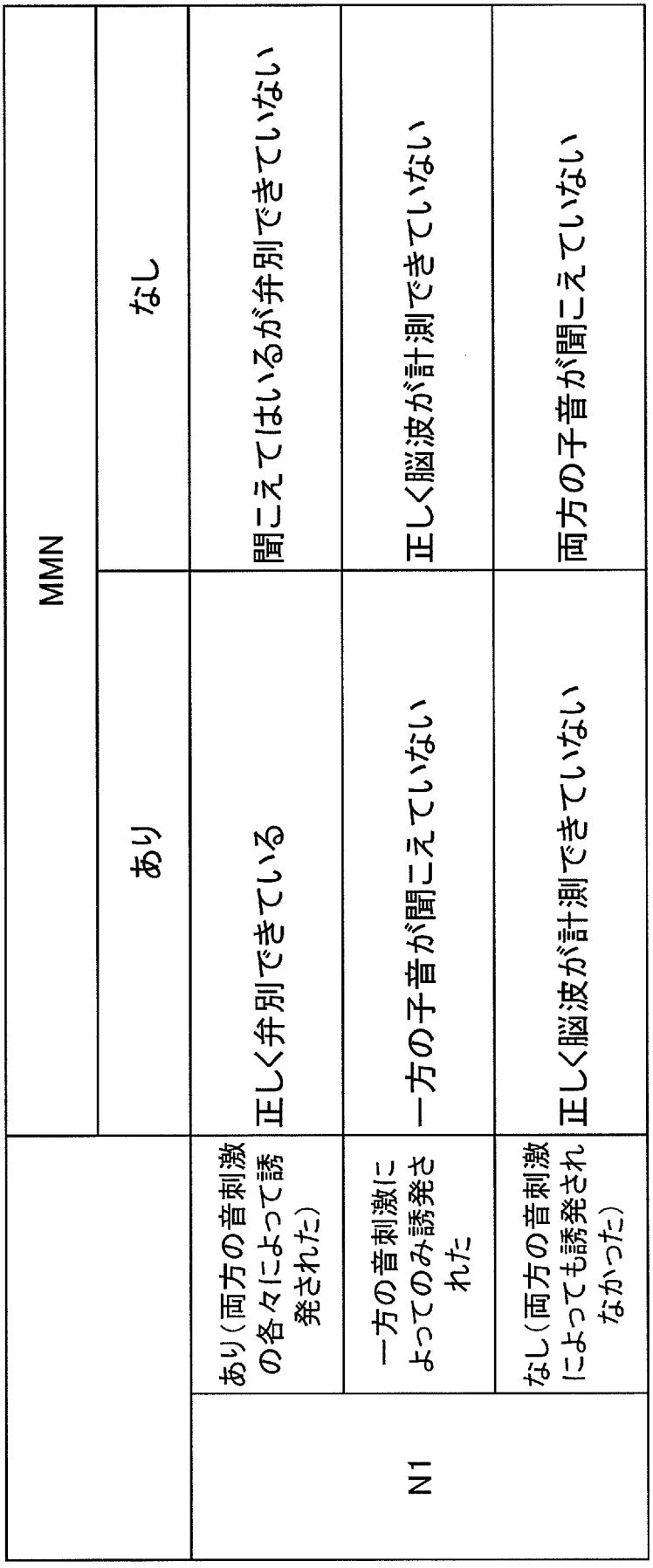
[図2]


(a)
試行ブロック1
試行ブロック2
時間
時間
As
Bs
BT
AT
(b)
μV
-5
0
5
200
400
ms
MMN
AT に対する ERP
AS に対する ERP
(c)
μV
-5
0
5
400
ms
MMN
BT に対する ERP
BS に対する ERP
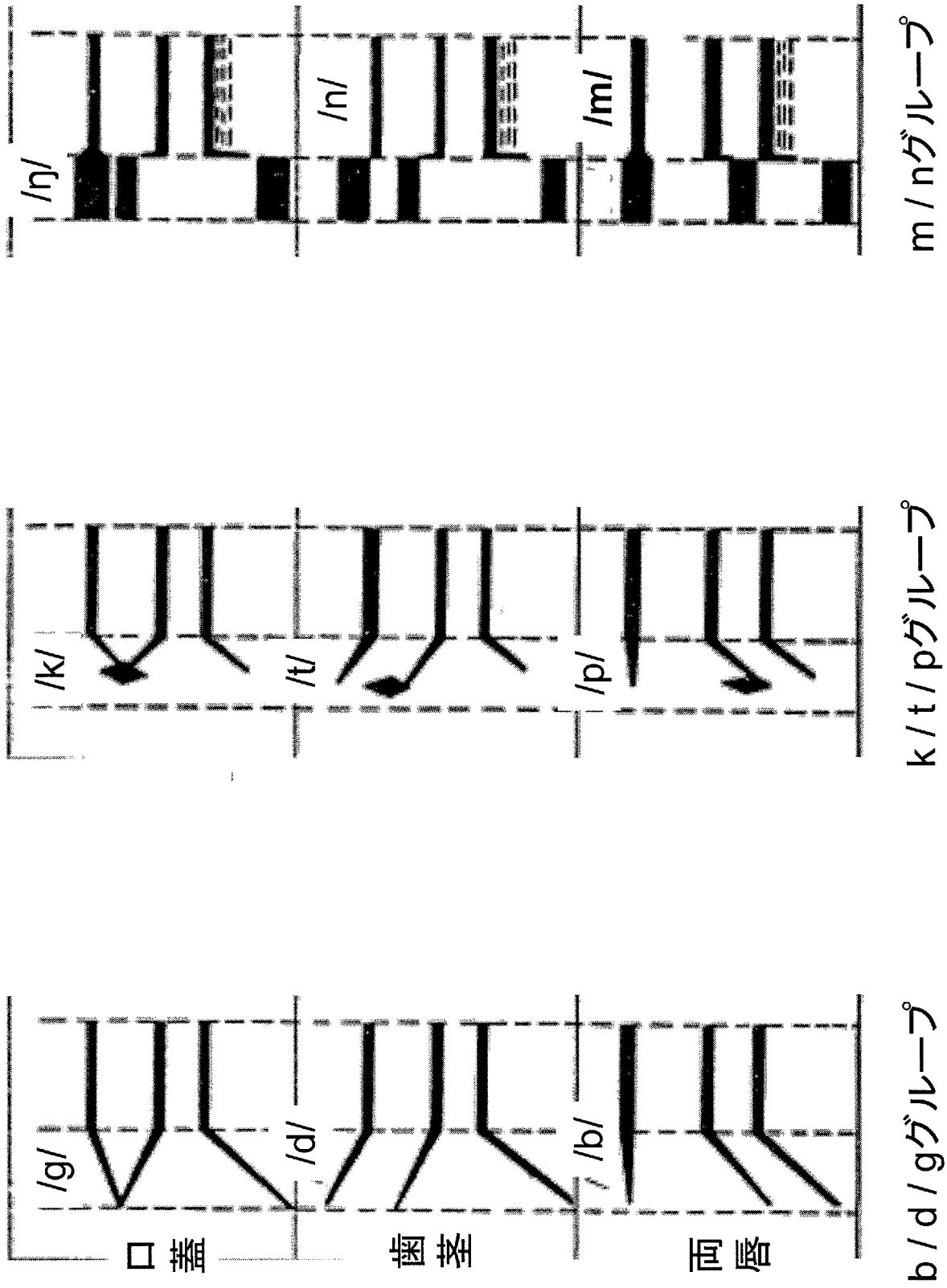
[図3]


MMN(B,A)
なし
弁別できていない（可能性あり）
弁別できていない
あり
弁別できている
弁別できていない（可能性あり）
MMN(A,B)
あり
なし
なし
弁別できていない

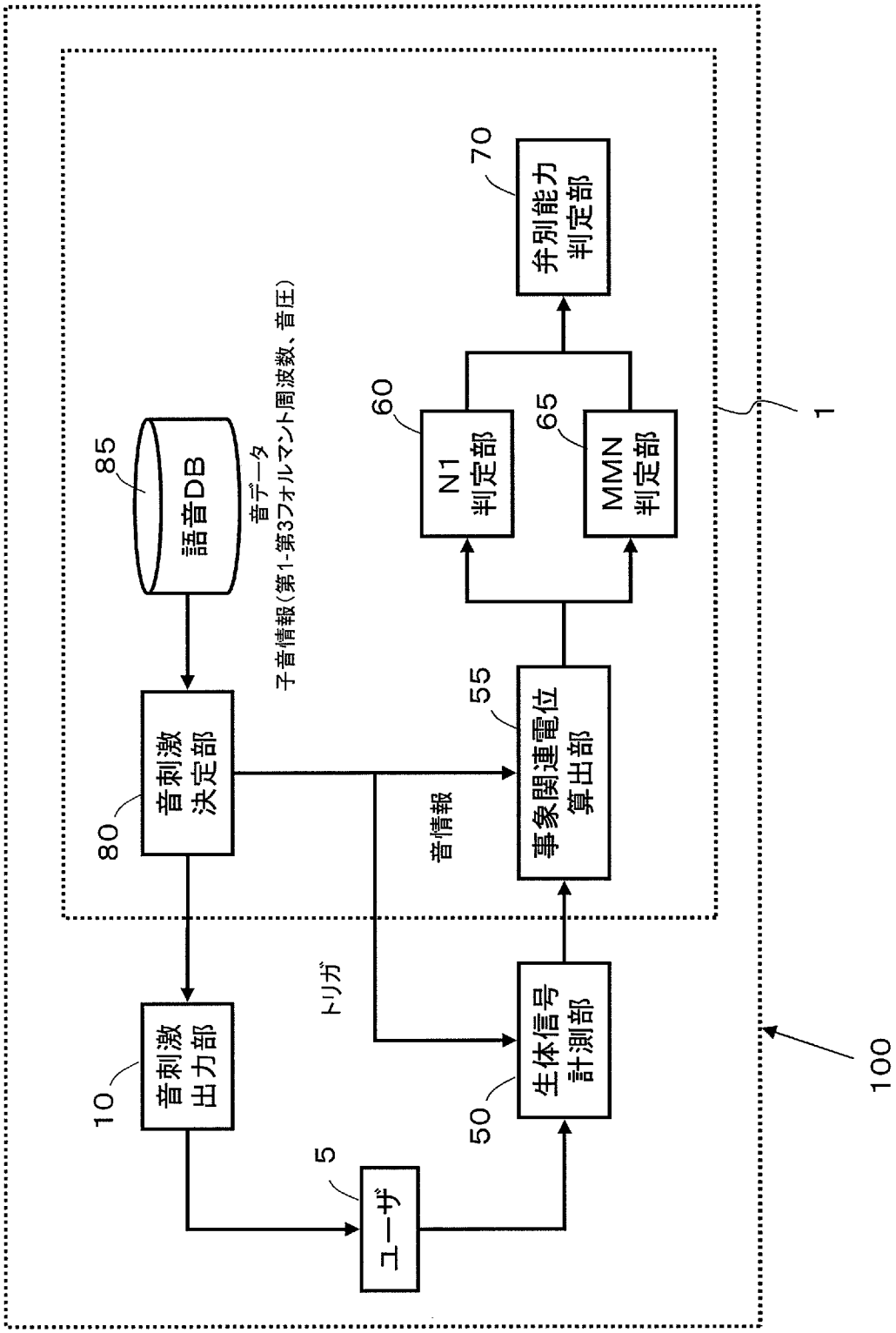
[図4]


MMN
あり
なし
N1
あり（両方の音刺激の各々によって誘発された）
一方の音刺激によってのみ誘発された
なし（両方の音刺激によっても誘発されなかった）
正しく弁別できている
一方の子音が聞こえていない
正しく脳波が計測できていない
聞こえてはいるが弁別できていない
正しく脳波が計測できていない
両方の子音が聞こえていない

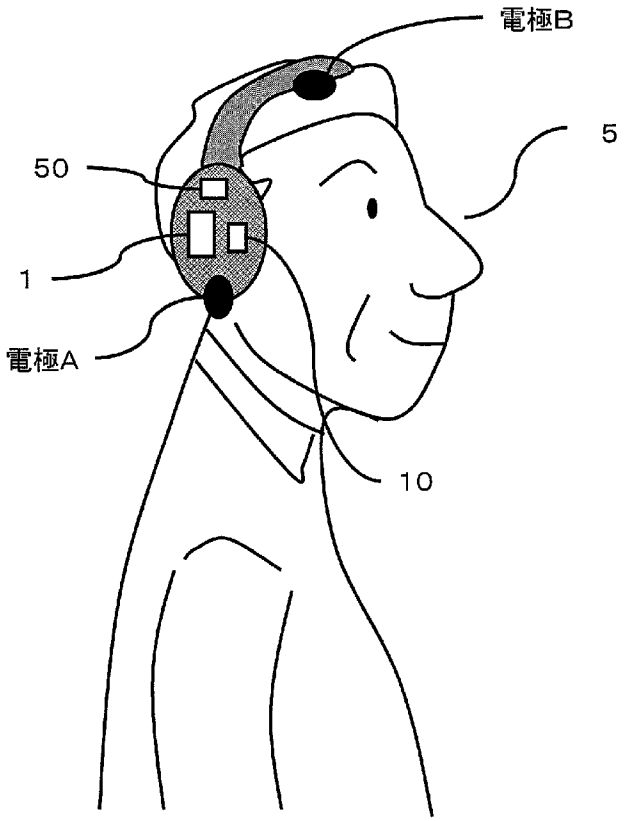
[図5]



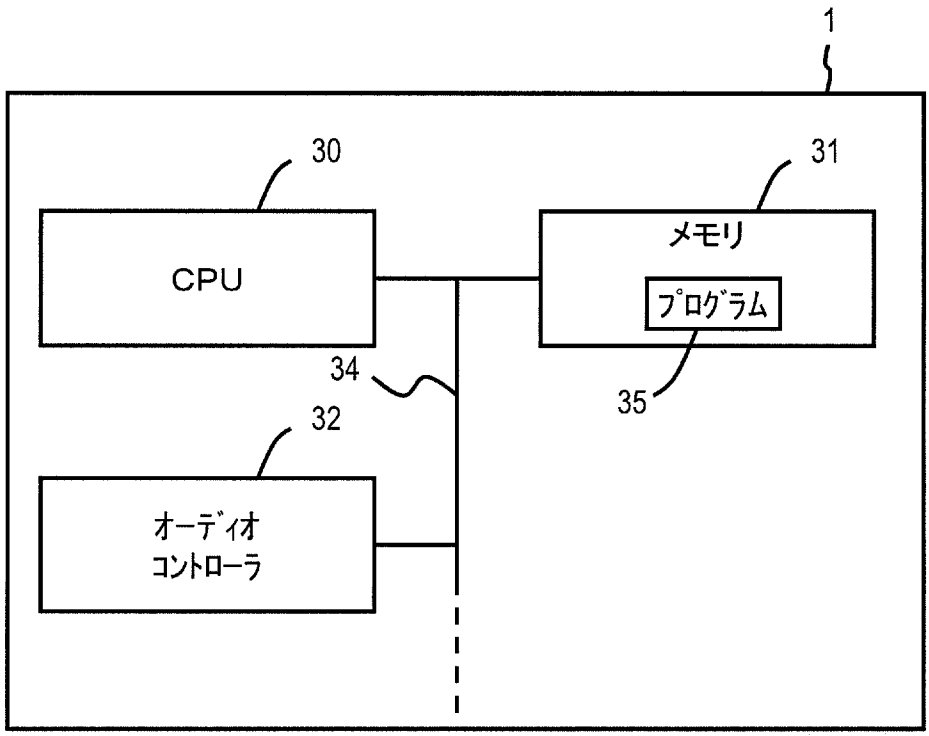
[図6]


100
1
ユーザ
5
音刺激出力部
10
生体信号計測部
50
トリガ
音情報
音刺激決定部
80
事象関連電位算出部
55
N1判定部
60
MMN判定部
65
弁別能力判定部
70
語音DB
85
音データ
子音情報（第1-第3フォルマント周波数、音圧）

[図7]



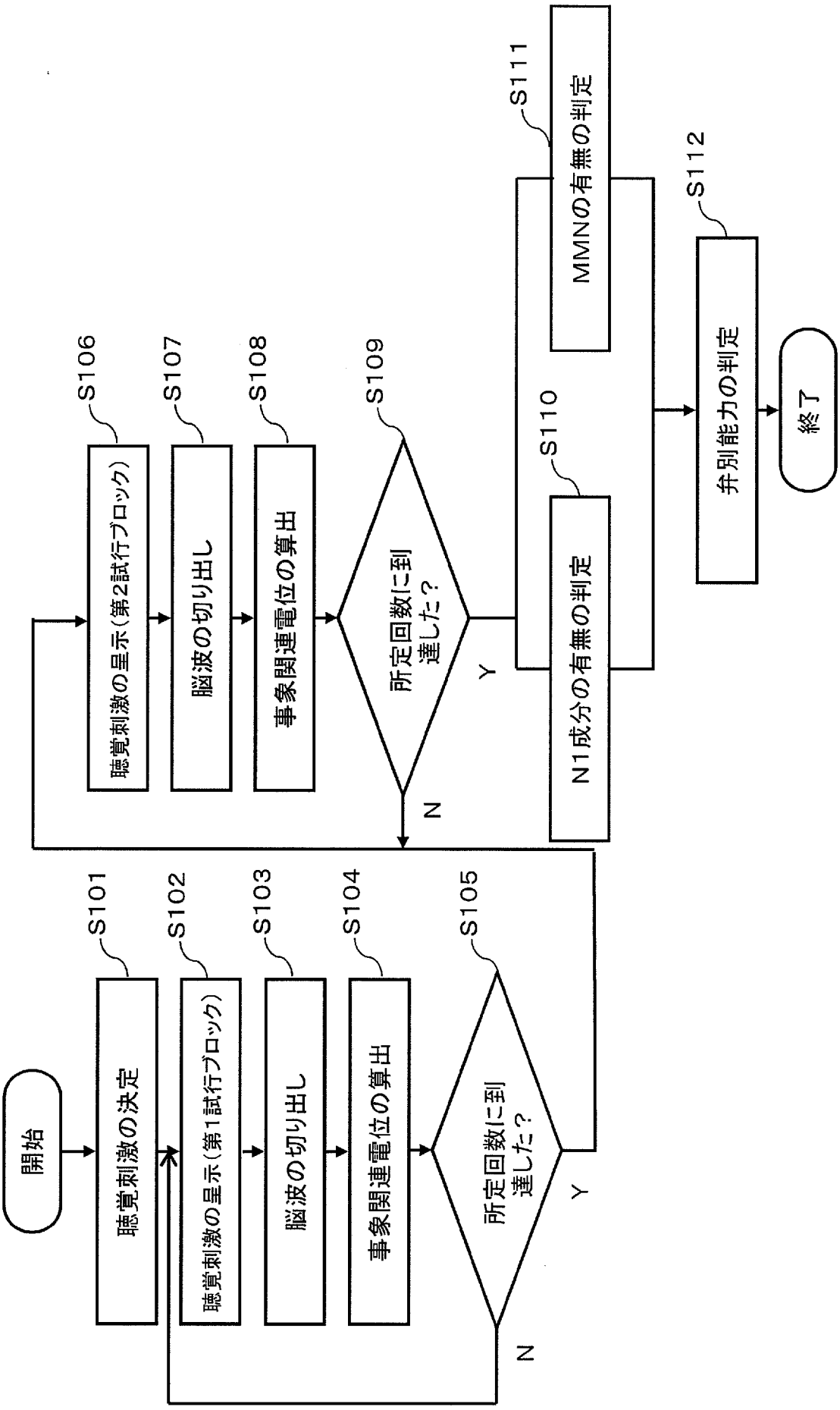
[図8]



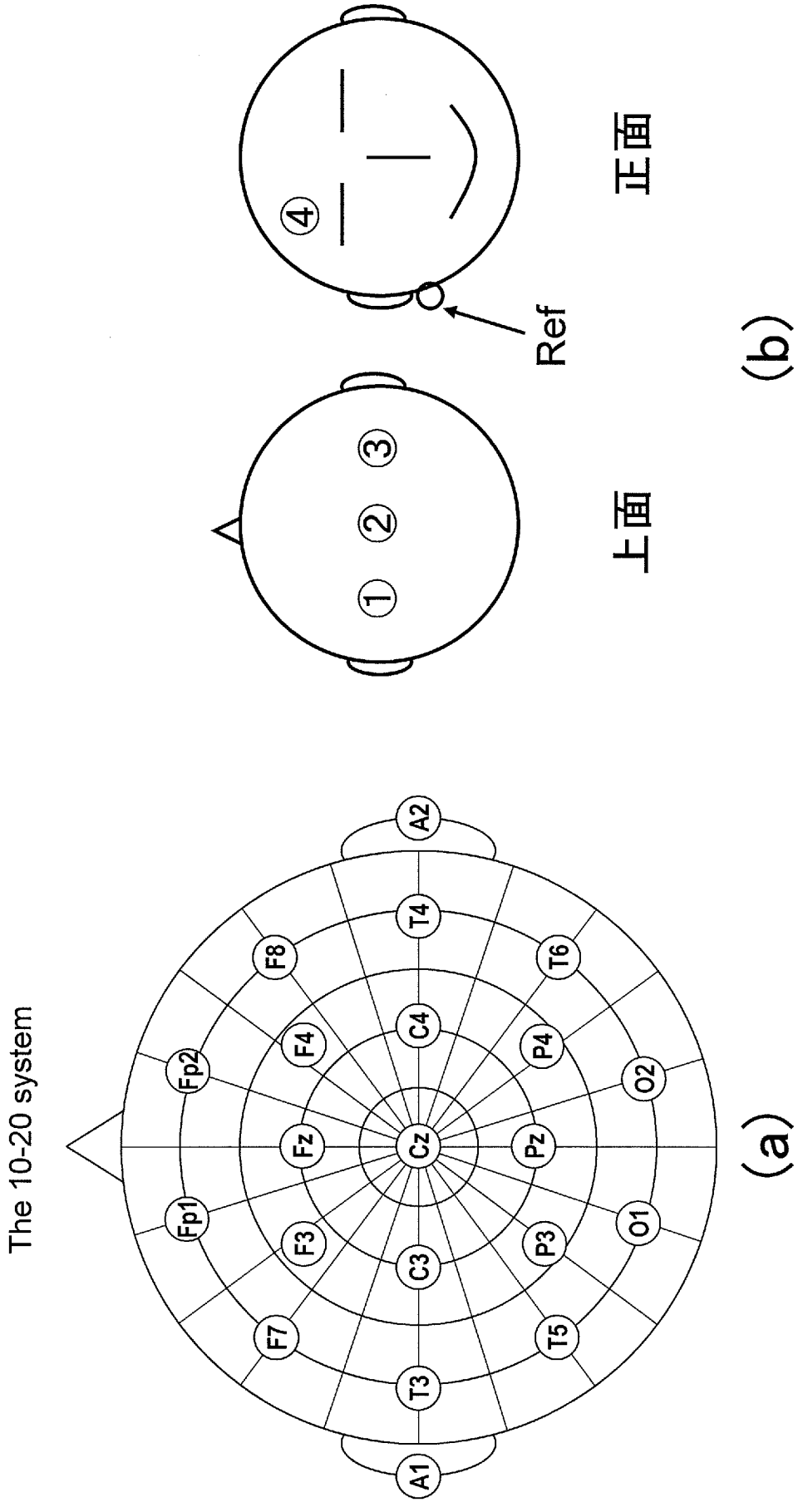
[図9]

語音	音声ファイル	子音ラベル
が	ga.wav	g
だ	da.wav	d

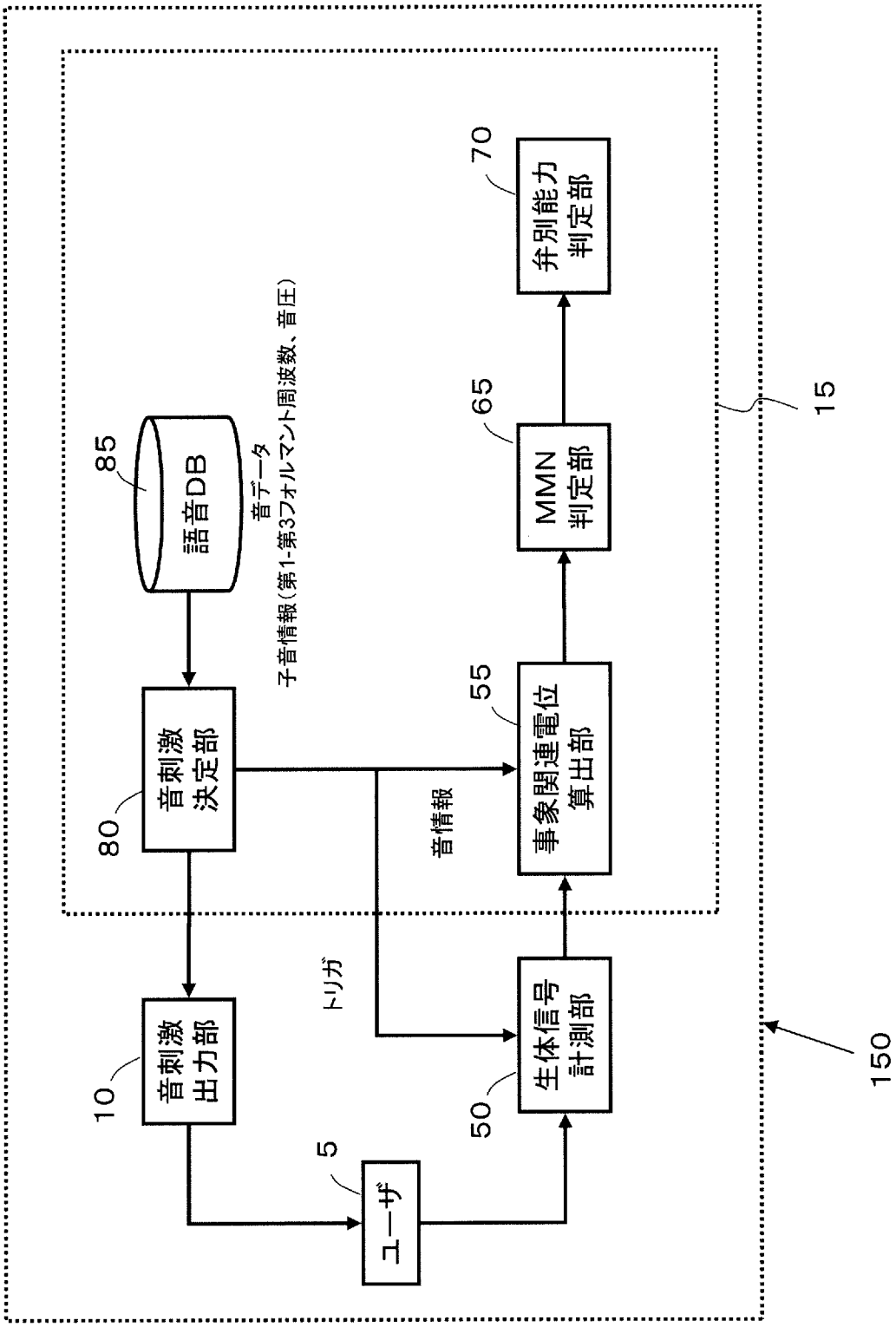
[図10]


開始
S101
聴覚刺激の決定
S102
聴覚刺激の呈示（第1試行ブロック）
S103
脳波の切り出し
S104
事象関連電位の算出
S105
所定回数に到達した？
N
Y
S106
聴覚刺激の呈示（第2試行ブロック）
S107
脳波の切り出し
S108
事象関連電位の算出
S109
所定回数に到達した？
N
Y
S110
N1成分の有無の判定
S111
MMNの有無の判定
S112
弁別能力の判定
終了

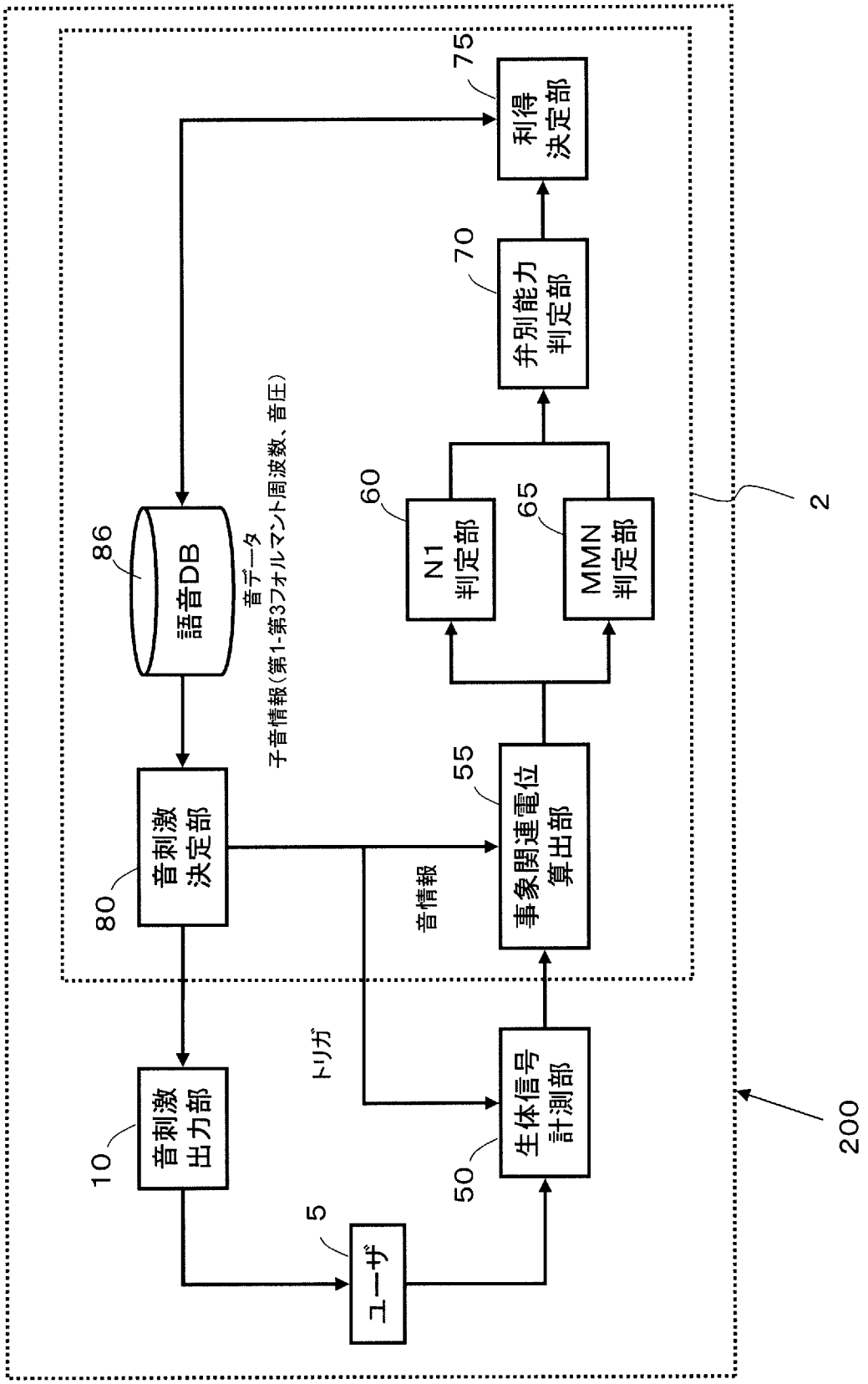
[図11]


The 10-20 system
A2
T4
T6
F8
C4
P4
F4
Fp2
O2
Fz
Cz
Pz
Fp1
O1
F3
P3
C3
F7
T5
T3
A1
(a)
①
②
③
上面
Ref
④
正面
(b)

[図12]


150
15
85
語音DB
音データ
子音情報(第1-第3フォルマント周波数、音圧)
80
音刺激
決定部
10
音刺激
出力部
5
ユーザ
トリガ
音情報
55
事象関連電位
算出部
50
生体信号
計測部
65
MMN
判定部
70
弁別能力
判定部

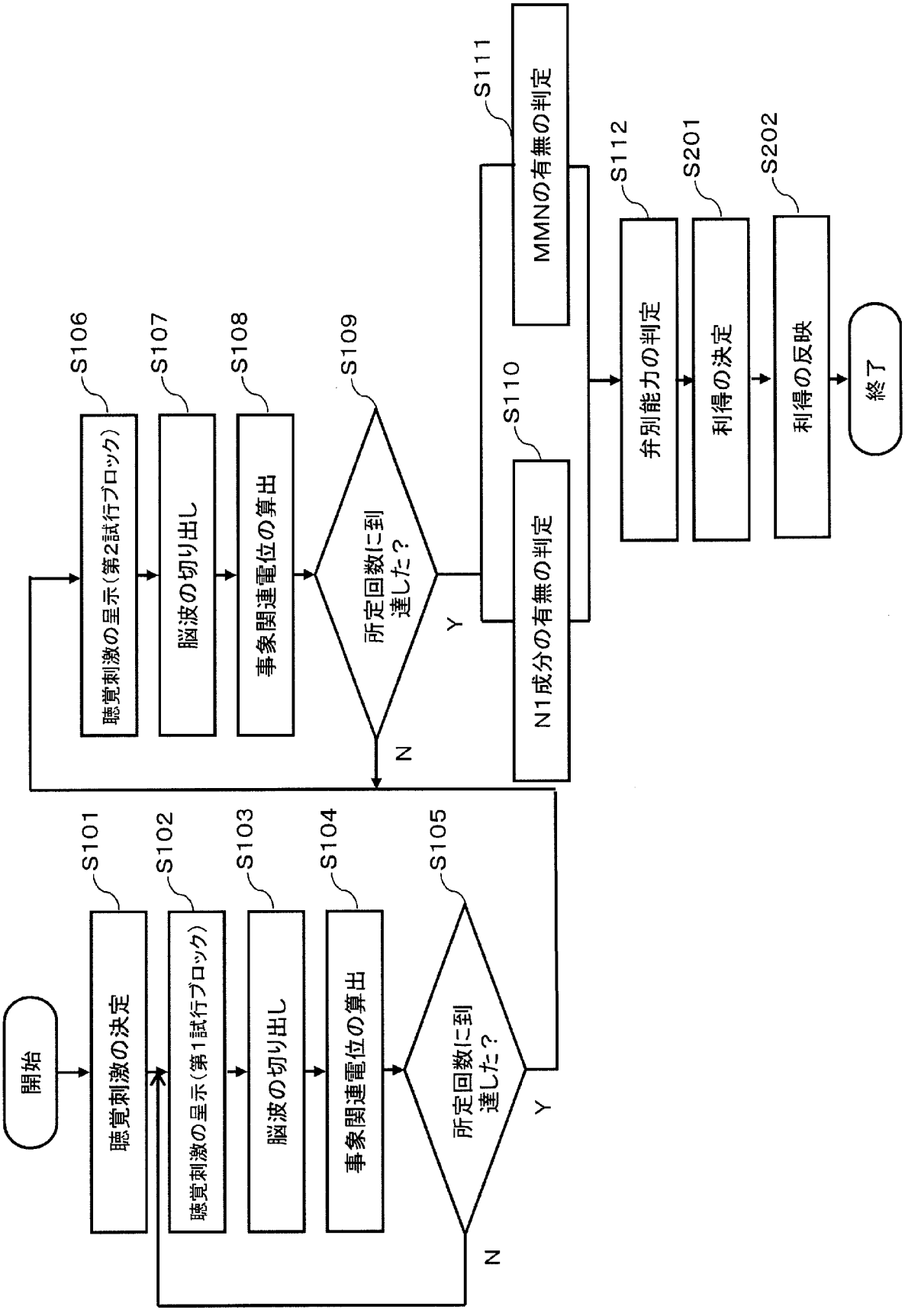
[図13]


200
2
ユーザ
5
音刺激出力部
10
音刺激決定部
80
語音DB
86
音データ
子音情報（第1-第3フォルマント周波数、音圧）
トリガ
音情報
生体信号計測部
50
事象関連電位算出部
55
N1判定部
60
MMN判定部
65
弁別能力判定部
70
利得決定部
75

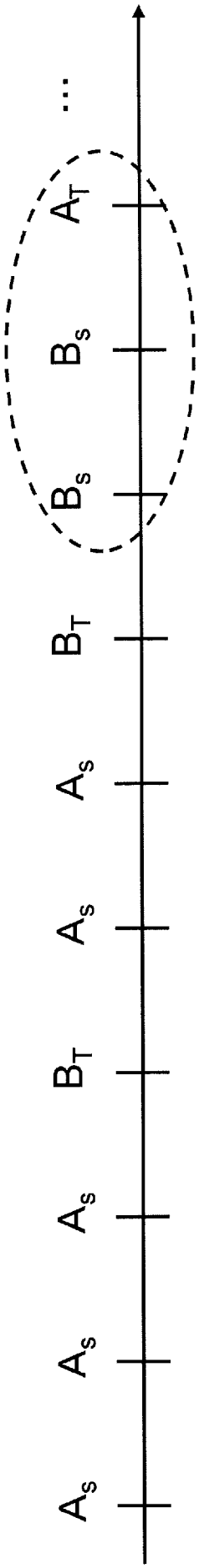
[図14]

語音	音声ファイル	子音ラベル	フォルマント		
			第1	第2	第3
が	ga.wav	g	500 Hz 60 dBSPL	1500 Hz 55 dBSPL	2500 Hz 60 dBSPL
だ	da.wav	d	500 Hz 55 dBSPL	1500 Hz 60 dBSPL	3000 Hz 65 dBSPL

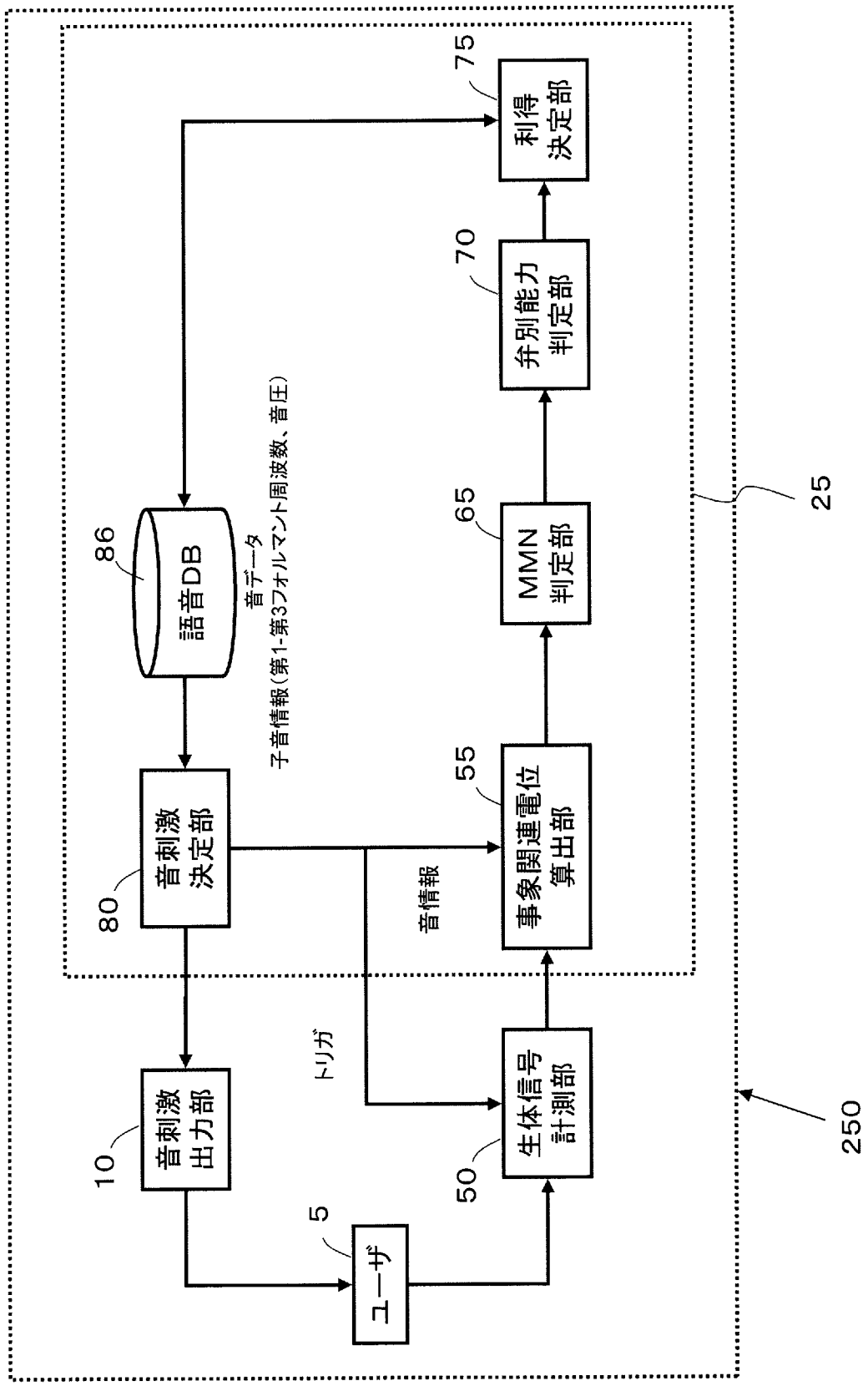
[図15]


開始
S101
聴覚刺激の決定
S102
聴覚刺激の呈示（第1試行ブロック）
S103
脳波の切り出し
S104
事象関連電位の算出
S105
所定回数に到達した？
Y
N
S106
聴覚刺激の呈示（第2試行ブロック）
S107
脳波の切り出し
S108
事象関連電位の算出
S109
所定回数に到達した？
Y
N
S110
N1成分の有無の判定
S111
MMNの有無の判定
S112
弁別能力の判定
S201
利得の決定
S202
利得の反映
終了

[図16]



[図17]


250
25
ユーザ
5
音刺激
出力部
10
音刺激
決定部
80
語音DB
86
音データ
子音情報（第1-第3フォルマント周波数、音圧）
生体信号
計測部
50
事象関連電位
算出部
55
MMN
判定部
65
弁別能力
判定部
70
利得
決定部
75
トリガ
音情報

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/002649

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B5/0484(2006.01)i, *A61B5/12*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B5/0484, A61B5/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JDream III

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Yoshitaka YOKOYAMA et al., "Distribution of Event-Related Potentials in Patients with Dementia", Therapeutic Research, vol.14, no.6, 1993.06, 2485 to 2489	1-15,17
A	Hideki YOSHIDA et al., "Evaluation of Synthesized Speeches and Noises by Using Mismatch Negativity -Noise-on no Ninshiki Tokusei-", Bio Medical Fuzzy System Gakkaishi, vol.11, no.2, 02 October 2009 (02.10.2009), 63 to 72	1-15,17
P,A	JP 2012-98643 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 24 May 2012 (24.05.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-15,17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published 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
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 24 June, 2013 (24.06.13)	Date of mailing of the international search report 02 July, 2013 (02.07.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/002649

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. [x] Claims Nos.: 16
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
The invention in claim 16 includes the step of assessing discriminative ability and hence falls under the category of methods of diagnosis practiced on the human body.

2. [ ] Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. [ ] Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. [ ] As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. [ ] As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. [ ] As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. [ ] No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

[ ] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

[ ] The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

[ ] No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／００２６４９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B5/0484(2006.01)i, A61B5/12(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　A61B5/0484, A61B5/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JDream III

Ｃ．　関連すると認められる文献

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	関連する請求項の番号
Ａ	横山良隆　他，痴呆患者における事象関連電位の頭皮上分布，Therapeutic Research，Vol.14 No.6，1993.06，2485-2489	１－１５，１７
Ａ	吉田秀樹　他，ミスマッチ陰性電位を使用した合成音声の評価－ノイズ音の認識特性－，バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌，Vol.11 No.2，2009.10.02，63-72	１－１５，１７
Ｐ，Ａ	JP 2012-98643 A（日本電信電話株式会社）2012.05.24，全文、全図（ファミリーなし）	１－１５，１７

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「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の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日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であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２４．０６．２０１３	０２．０７．２０１３

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｑ　９４０４
湯本　照基
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９２

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／００２６４９

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☑ 請求項　16　は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
請求項１６に係る発明は、弁別能力を判定する工程を有しており、人体を診断する方法に該当する。

２．☐ 請求項　　は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求項　　は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

１．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。