

背面から出る逆位相の音も打ち消しあわずに聞こえる 歪振動スピーカー

丸山徹 (デイプラネット)

1 歪振動スピーカーの概略

従来からあるスピーカーは正面から出る音と背面から出る逆位相の音とが、お互いに回り込んで打ち消し合うためにボックスに設置する必要がありましたが、その必要の無い「歪振動スピーカー」(特許登録済)をここに提案いたします。

「歪振動スピーカー」は以下に解説する三つの基本原理、「歪振動発生システム」「点接続の原理」「逆位相の原理」を利用してしています。

1.1 歪振動発生システム

従来からあるスピーカーや振動発生システムを解析すると、ある特異な構造がある事に気が付きます。それを「歪振動発生システム」と定義します。

A 横波スピーカー

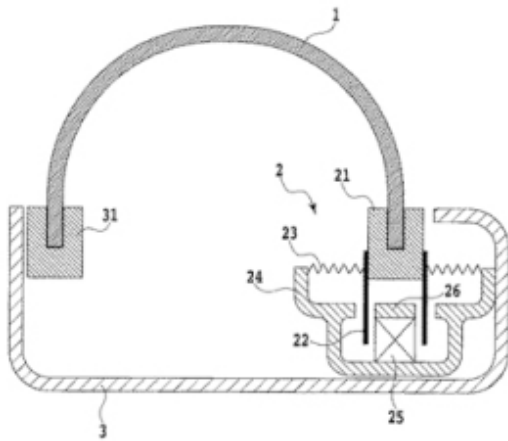


Fig. 1 Yokonami Speaker

図1は、慶応大の武藤教授の作成した横波スピーカーです。

この構造に於いて、ユニット24、振動板1、固定具31、本体1、これらのシステムを構成する主要なパーツが直列に接続されて

いて、後に説明する歪振動発生システムを形成しています。

しかし、振動板1が湾曲しているのでダンパー23に不自然な力がかかってしまい、安定して固定させて動作させるのが困難となる恐れがあります。

参考文献[1] 特開2007-19623

B 超磁歪素子スピーカー

駆動ロッドを振動板に当接させた状態

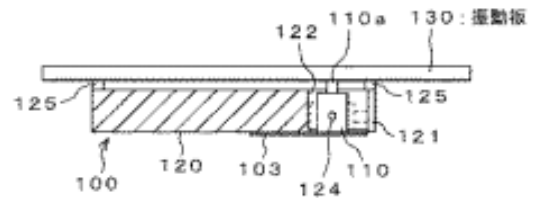


Fig. 2 Sony Speaker

ソニーの超磁歪素子スピーカーです。

超磁歪アクチュエータ110を利用し振動板130に歪運動を発生させている歪振動スピーカーを構成している例を図2に示しました。

可動部分110aが振動板130に直接接続されていて、本体100も同じ振動板130に接続されていて、これらのパーツが直列に接続されていて、後に説明する歪振動発生システムを形成してはいるものの、超磁歪アクチュエータでは空気中に音声を放出するに十分に大きな出力は得られません。

参考文献[2] 特開2007-104603

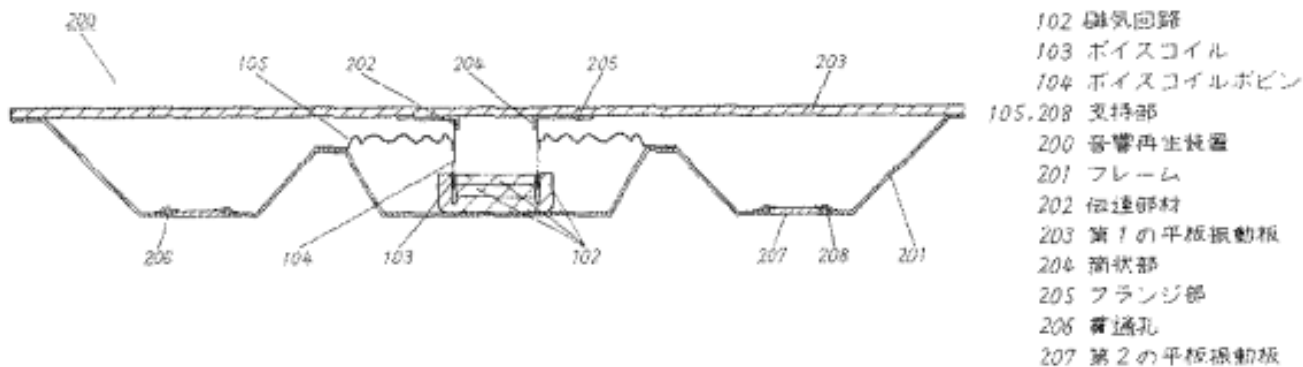


Fig. 3 Panasonic Flat Speaker

C 平板スピーカー

図3はパナソニックの平板スピーカーです。

ボイスコイルドライバの可動部分に相当する伝達部材202は、直接平板振動板203に接続されていて、続いて平板振動板203は本体であるフレーム201に固定接続されていて、A、Bと同様に後に説明する歪振動発生システムを形成しています。

しかし、この構造において、筒状部204とフランジ部205、及びフランジ部205が接続された振動板203の部分、これらは一体となっているのでボイスコイル104が往復運動するとこれら一体となっている部分も往復運動してしまい、振動エネルギーがロスされてしまいます。

参考文献[3] 特開2010-283565

D 弾性波発生板たたき振源と拍子木

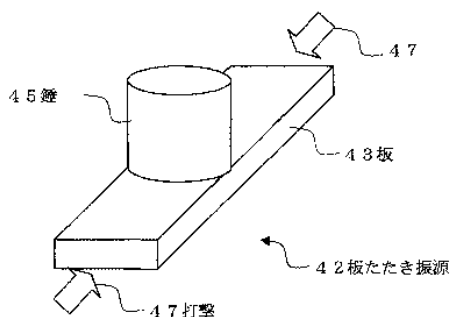


Fig. 4 Vibration Source

図4の矢印47の方向から同時にハンマーで板43に打撃を与えて弾性波を発生させ地中を探索する方法が参考文献[4]で公開されています。



Fig. 5 Wooden clappers

従来からある拍子木(図5)は二つの木の棒を打ち合わせると大変大きな衝撃音が発生します。

E 楽器が音を出すシステム

以上にあげたA~Dに於いて、振動板、板、拍子木などの最終的に振動を発生させる対象物自体には、たわみ、捻じれ、伸縮、歪み、分割運動などの歪運動を発生させるごとの力が加えられている構造は共通です。

この様な歪運動を効率よく発生させるには楽器が音を出すシステムを利用すると効果的です。



Fig. 6 Playing violin

バイオリンから音を出すには、人間がバイオリンを持って弾く必要があります。つまり図6の様に、バイオリン筐体をしっかりと肩と左手で支えて、弓もしっかりと右手で持ちながら弦をこす必要があります。もただ単にテーブルの上においてあるバイオリンを弓で弾こうとしても、バイオリン本体が動いしまい大変弾きづらいでしょう。

つまり、バイオリンから音を出すためには、「バイオリンの弦や本体、肩や腕や手など人間の体、弓、など音を出すための主要なパーツは直列に、そして全体ではループ状に接続されている」必要があるのです。

このような楽器が音を出すシステムをモデル化したのを「歪振動発生システム」として以下の様に定義します。

「発振体、可動部分、振動板、など振動を発生させるための主要なパーツがループ状に接続されている振動発生システム」

1.2 点接続の原理

スピーカー分野の一部にはかつてから点接続と言うべき技術が存在しています。可動部分の先を、振動を与える対象物に接続する時に、可動部分の先を円錐形にして、振動を与える対象と接触する面積を極端に小さくする技術です

図7に示したのは、円錐形にした可動部分

63の先を遊戯台の木枠5に接続して音を出す装置です。この構造によれば、木枠5は分割振動、歪振動を発生するパーツと理解できます。又、発生した歪振動を効果的に伝えるためにこのように可動部分63の先を円錐形にしていると理解できます。

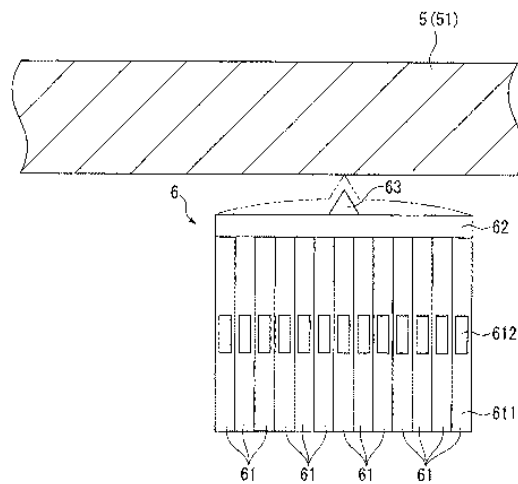


Fig. 7 Point connection

この様にパーツを接続する面積を極端に小さくして振動を伝えるやり方を「点接続」と定義します。

参考文献[5] 特開2009-194801
セイコーエプソン

1.3 歪振動スピーカー

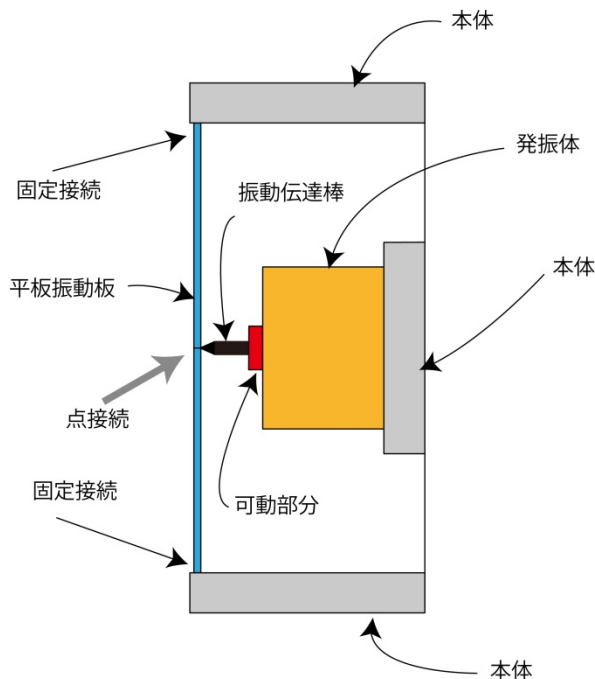


Fig. 8 Hizumi vibration speaker

以上に説明した 1.1「歪振動発生システム」
1.2「点接続の原理」より構成した「歪振動スピーカー」の構造を図 8 に示しました。

本体に設置された発振体の可動部分の先には先が円錐形の振動伝達棒が点接続で平板振動板に接続されていて、つづいて平板振動板は本体に固定接続されていて、これらの主要なパーツはループ状に接続されていて歪振動発生システムを形成しています。

図 9 に周波数特性を示しました。50Hz 辺りまで十分な低音が再生されています。

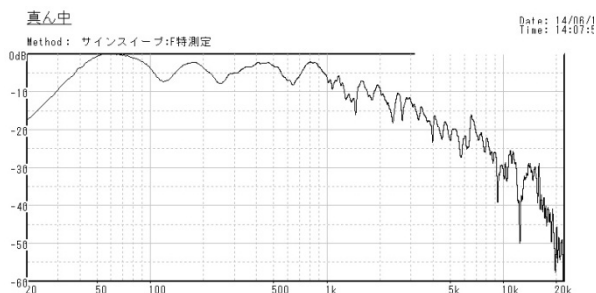


Fig. 9 Frequency characteristic

1.4 逆位相の原理

従来のスピーカーの振動板は往復振動（図 10 右）をしているので振動板のどの部分からも均一な位相の音が発生するので逆位相の音が回り込んで打ち消し合うためにスピーカーユニット自体をボックスに設置する必要がありました。

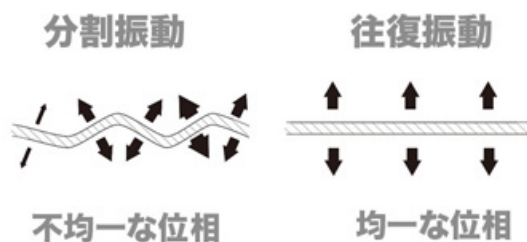


Fig. 10 Vibration plate model

しかし、本スピーカーの振動板は分割振動、あるいは歪振動で空气中に疎密波を発生しているために（図 10 左）振動板の場所により不均一な位相の音が発生しているので、振動板の前と後ろからの逆位相の音が回り込んで打ち消し合う事はありません。

であるならば、図 11 に於いて、振動板の後ろ方向へ出る音波は逆位相なので、これは振動板の後ろから振動板へ向かって来る音と見なすことが出来るので、実際は振動板か

ら音が出ているのだけれど、より遠くから聞こえてくる音と見なすことが出来ます。これを「逆位相の原理」とし、この事で臨場感のある音が期待出来ます。

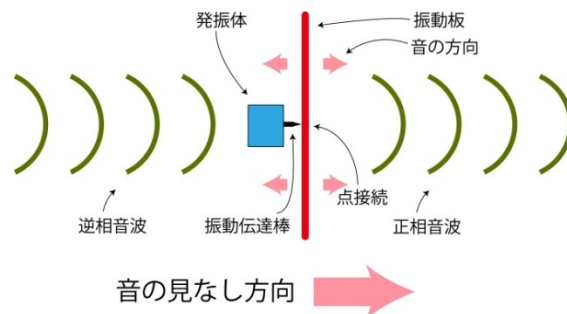


Fig. 11 Vibration plate model

2 その他の TIPS

本スピーカーと同様に位相が不均一な音を出すスピーカーには、ユニット自体が回転したりするロータリースピーカーがあります。

3 おわりに

歪振動スピーカーから出る音は位相が均一ではない疎密波です。しかし、自然界にある音の全ては元々位相が均一ではありません。なぜなら位相を均一にするには従来からあるスピーカーが必要だからです。

すなわち、従来のマイクでは振動板の往復運動には反応するけれど、振動板自体の位相の変化による歪運動には反応できないので生の音をそのまま録音出来てはいません。この点このスピーカーは、位相が不均一な自然界の音を擬似的に再現しています。

又、人間の声帯や耳の構造はマイクやスピーカーの構造とは大変異なっているので、今後より詳しく考察する必要があるでしょう。

参考文献

- [1] 特開 2007-19623
- [2] 特開 2007-104603
- [3] 特開 2010-283565
- [4] 特開 2009-175122
- [5] 特開 2009-194801

後記

なお、この歪振動スピーカーはダイプラネットより製品化されています。