

Sound Customize

耳優快音 (じゅうかいおん)

目指すのは耳に優しい音

最近ハイレゾ対応を謳うカナル型ヘッドホンが増え、多くの場合周波数帯域の広さで定義されている様です。カナル型で再生帯域を広く設計するだけなら簡単です。

小型のダイナミック型エレメント(ユニット)を使用し、振動板前面の気密性を増せば、超低音域から超高音域まで再生するカナル型ヘッドホンの完成です。

ところが、いくら再生帯域が広くてもこの様な設計では人間の聴覚(脳)では広い再生帯域は認識されません。カナル型ヘッドホンを装着する事により発生する6kHz前後の外耳道閉管共振が原因のマスクング効果で6kHzより上の高音域が聞こえなくなる為です。(ハイレゾ再生以前の問題でも有りますが...)

Flat4シリーズではツイン・イコライズド・エレメント方式、Donguriシリーズではトルネード・イコライザー方式でこの難問を解決済みです。

2014年 音茶楽株式会社 代表取締役技術担当 山岸 亮

音を聞く仕組み

音が鼓膜まで届くには外耳道の影響を受けます。

図1の様に外耳道の長さは一般的に25mm~30mmと言われています。

外耳道は片側が鼓膜で塞がれていますので $\lambda/4$ 、 $3\lambda/4$ で気柱共鳴します。(開管共振)
図2は25mm~30mmの開管が共振した時の鼓膜の位置での音圧一周波数特性です。3kHz前後及び10kHz前後が共振により音圧が上昇します。

*実際には耳介の反射の影響や頭部の反射、回折等の影響を受けもう少し複雑な特性になりますが、ここでは簡略化の為割愛します。

カナル型ヘッドホン装着時

図3の様にカナル型ヘッドホンを耳に装着すると外耳道が塞がれます。

外耳道の両側が塞がれる事になるので共振のモードが変わります。即ち $\lambda/2$ 、 λ で気柱共鳴します。(閉管共振)

図4は25mm~30mmの閉管が共振した時の鼓膜の位置での音圧一周波数特性です。6kHz前後及び12kHz前後が共振により音圧が上昇します。

この6kHzの共振が刺さる様な高音の原因で特にサ行の音がきつく快適な音楽試聴の妨げになります。またこの共振より高い周波数の音はマスクング効果により聞き取り難くなります。

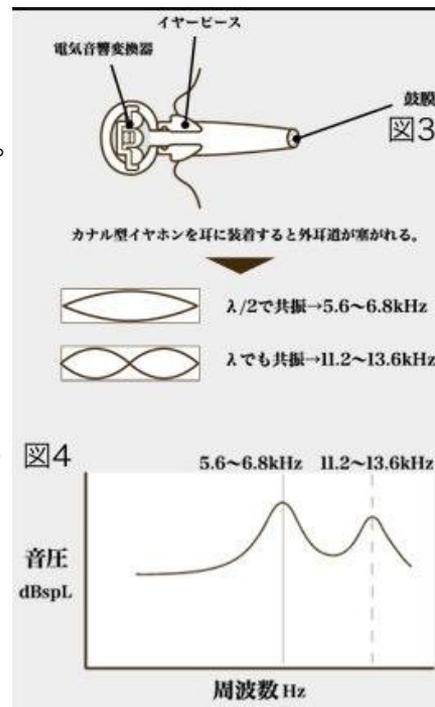
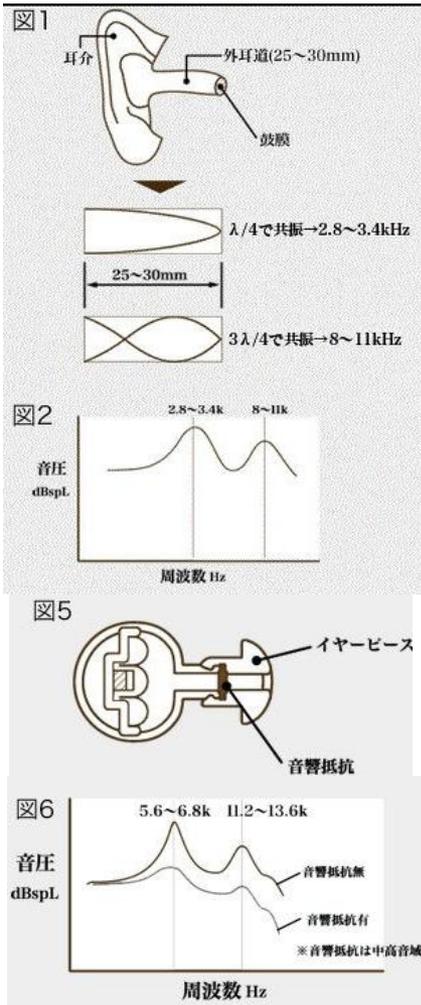
従来技術での対応

6kHzの共振を抑える為に

図5の様にカナル型ヘッドホンの音の通り道に直列に音響抵抗を設置します。

高い周波数程ほど音響抵抗の影響により減衰するので音圧一周波数特性は図6の様になります。

6kHz前後の共振は抑えられる物の、音楽再生に重要な10kHz以上の音域も大きく減衰してしまう為有る程度の所でバランスを取っています。



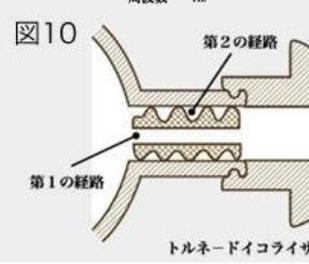
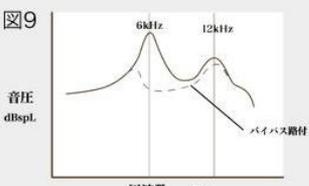
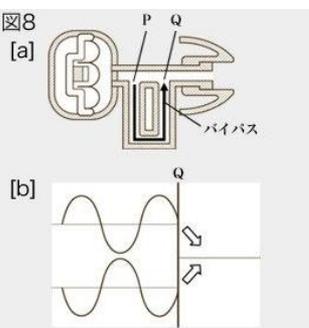


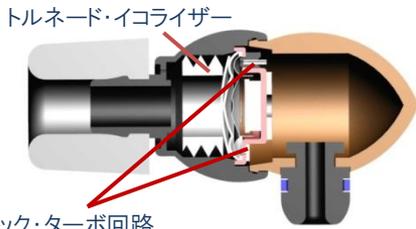
図8aのようにカナル型ヘッドホンの音の通りにバイパスを設けます。
6kHzの共振を抑える為に
 バイパス入り口P点では同位相だった音波がQ点では位相が遅れる事になります。
 目的の6kHzで位相が180度遅れる為には
 $\lambda = v/f$ λ 音波の波長 v 音速 f 周波数 音速を340m/S 周波数を6kHzとすると $\lambda = 340/6000 = 0.0566m = 5.66cm$
 従って半波長は2.84cm、約28mmとなります。
 バイパスの長さを約28mmに設定すると図8bの様に6kHz近辺で本来の音道を通った音とバイパスからの音が逆位相になり打ち消しあう事となります。
 図9の破線がバイパス路付のヘッドホンの音圧一周波数特性です。
 6kHz付近のピークが抑えられ10kHz以上の高音域の音圧低下が少ない事が分かります。
 同時に高音域のマスキング現象も解消され細かい音まで聴こえる様になります。

トルネードイコライザーの誕生

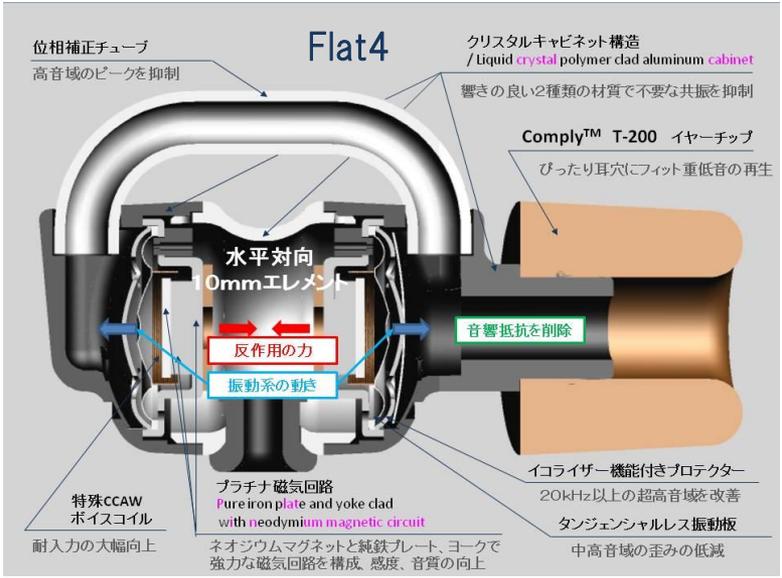
カナル型ヘッドホンの音道にどうやって経路差をつけるか検討中に鳳凰単叢蜜蘭香(中国茶)を見て捻りを加えれば良い事を思いつきました。
 実際はカナル型ヘッドホンに約28mmの音道の経路差を設けるために図10の様に中空状のネジ部品を取り付けます。
 パイプの中央を通る第一の経路とネジの谷と外壁との隙間を螺旋状に通る第二の経路で経路差を設ける事が出来ます。
 外側の経路の音波が竜巻状に伝わる事からトルネード・イコライザーと命名しました。
 トルネードイコライザーのロゴは音波の伝わり方をデザインした物です。



Tornado equalizer技術 特許第4681698号



トルネード・イコライザー
 アコースティック・ターボ回路
 低foと中域の音圧感度向上を両立
Donguri



ツイン・イコライズド・エレメント方式

- ツイン・イコライズド・エレメント方式では、4つの大きな効果が得られます。
- 1st effect
対向エレメント配置により振動系の反作用による機械振動をキャンセル、密閉型を超える深低音を実現
 - 2nd effect
ツインエレメント並列駆動により低音～中音域の音圧感度を向上
 - 3rd effect
位相補正チューブにより外耳道閉管共振を抑制、マスキング効果を排除し中高音域の聴こえ方を劇的に改善
 - 4th effect
音響抵抗の削除と小型エレメント採用で超高音域を劇的に改善、オープンエア型の音の拡がりを実現



ツイン・イコライズド・エレメント方式 特許第4953490号

US Pat. No.8660288