

# ホーム用タイムドメインスピーカ「TD712z」の開発

Development of TD712z time domain speaker for home use

平本光浩 Mitsuhiro Hiramoto  
浜田一彦 Kazuhiko Hamada  
川井雅人 Masahito Kawai



## 要 旨

当社は2001年4月に、オーディオ技術力のアピールとブランドイメージ向上を目的とし、ホーム用タイムドメインスピーカ「512」、「508PA」を発売、さらに2003年6月からは普及価格帯の「307シリーズ」を発売することで、市場における認知度は徐々に向上して来ている。今回さらにブランドイメージの向上を狙い、当社最高級スピーカ「TD712z」を2004年11月に発売した。本稿では今回発売した本商品の要点を紹介する。

## Abstract

The April 2001 market launch of our "512" and "508PA" time domain speaker for home uses with the aim of enhancing our audio technology's appeal and brand image was followed by the June 2003 appearance of our "307 Series" in the popularization price range. These products have been steadily raising our market recognition. And aiming to further enhance our brand image, in November of 2004 we recently launched the "TD712z", FUJITSU TEN's premier luxury speaker. This paper provides an introduction to the key aspects of this newly marketed product.

1

はじめに

当社は2001年4月に、オーディオ技術力のアピールとブランドイメージ向上を目的とし、ホーム用タイムドメインスピーカ「512」,「508PA」を発売した。

さらに、2003年6月には普及価格帯の「307シリーズ」等を発売することで、市場認知度は徐々に向上して来ている。今回さらにブランドイメージの向上を狙い、高級スピーカ「TD712z」を2004年11月に発売した。本論文では今回発売の本商品の特徴について紹介する。

2

商品設定の背景

2.1 ホーム用スピーカの市場動向

Hi-Fiスピーカの市場は60万円/Pair以下の価格帯と100万円/Pair以上の高級機に大きく分ける事ができる。今回開発するスピーカはブランドイメージ向上を狙った製品であると共に、販売数量の拡大を狙ったモデルとするために、販売価格については58万円/Pairを設定した。

Hi-Fi スピーカ市場分析

■ 価格帯別市場規模 - (メーカー出荷額ベース/オーディオ専門店市場)

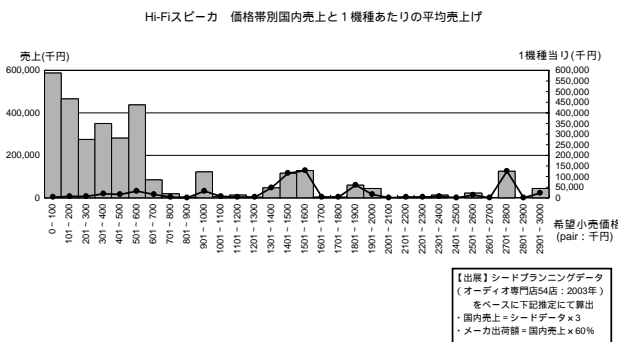


図-1 Hi-Fiスピーカ市場規模データ

Fig.1 Hi-Fi speaker market size data

2.2 市場要望調査結果

今回「TD712z」を開発するにあたり、現行「512」ユーザから要望調査を実施した。その結果は

音質は受け入れられるが、もう少し高域が欲しい、(高級機としてスペック的にも高域再生周波数「20kHz」は必要。)

スタンドを別売にしている為、スタンドを使用しない場合に設置面の材質等による影響を受けやすい。(設置面の影響を受け難い、スタンド一体型が必要。)

マルチチャンネル(5.1ch)のニーズに対応するためには、従来のスタンド「D2」に載せた状態では、スクリーンに掛かる。(スクリーンにスピーカが掛からない高さの寸法を設定する必要がある。また座る椅子等の高さ対応として、スピーカ部の角度を調整できる構造

が必要。)

次にこのような要望及び販売価格から決めた「TD712z」の開発コンセプトと実施手段について説明をする。

3

TD712z開発コンセプトと実施手段

今回開発した「TD712z」開発コンセプトは「世界最高クラスの空間再現力実現」であり、それを実施する手段を図-2に示す。

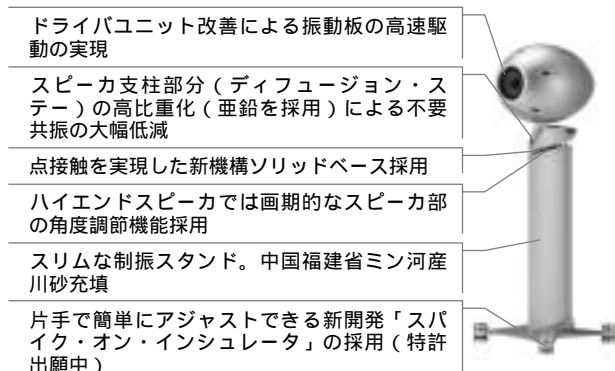


図-2 TD712z実施手段

Fig.2 TD712z implementation means

上記実施手段から主にスピーカユニットボックス構造 スタンド一体型の3項目について以下に詳細を報告する。

3.1 スピーカユニットの開発

現行「512」の音色を継承しながら、インパルス応答性能改善及び、立下りにおける共振を無くす事を目標に開発を実施。その方策として 振動系質量の軽量化、磁気回路の磁力UPがある。その内容について次に詳細を説明する。

3.1.1 振動系質量の軽量化

TDの求める振動板の物性値としては、比重が小さい内部損失が大きい 弾性率が高い事が要求される。しかしその要件を満たしている材質が非常に少ないことが調査結果からわかった。(表-1参照)

表-1 振動板物性値

Table 1 Diaphragm physical property

材質	比重	内部損失	弾性率 Pa
グラスファイバ	1.4	0.016	0.602
マグネシウム合金	1.77	0.004	0.410
ポリプロピレン	0.98	0.005	0.089
アルミニウム	2.7	0.003	0.700

その中から可能性のある、マグネシウム合金(比重は高いが薄くできるため、トータル質量の軽減が図れる)と現

行「512」で使用しているグラスファイバ振動板にて評価を実施。結果としてマグネシウム合金振動板の方がインパルス応答性能をより向上できるが、立下り累積スペクトラム<sup>(注1)</sup>で1kHzと8kHz付近に共振が残り、音質評価においてもマグネシウム合金特有の金属臭さが残る。これは内部損失が低いために、材質が持っている固有の音が残る為だと考えられ、このことはTDコンセプトの「不要な音は鳴らさない」に相反していることから、今回は現行のグラスファイバ振動板（色違い）にて開発を進めた。

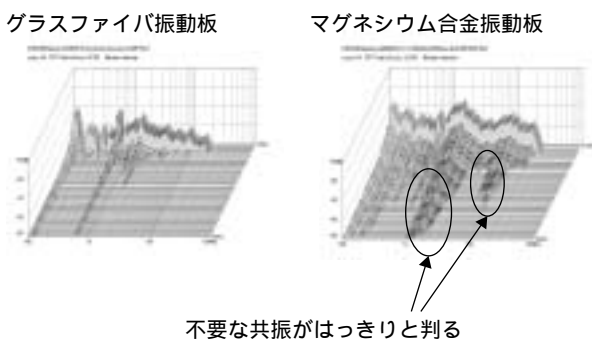


図-3 立下り累積スペクトラム比較<sup>(注1)</sup>

Fig.3 Comparison of pulse fall cumulative spectrum<sup>(Note 1)</sup>

ボイスコイルについても同様に質量・内部損失・弾性率を基に、比重が小さいアルミ線と現行の銅線にて検討した結果、質量及び試聴結果からアルミ線を採用。その結果、ボイスコイルトータル質量を約10%軽量化がはかれた。

### 3.1.2 磁気回路の磁力UP

磁力UP手段として、低域再生周波数帯域に影響を及ぼすボックス内容積を維持する必要があるために、マグネットの奥行きやキャンセルカバーの径を変更することなく、磁束密度をUPさせる方策を検討。その結果マグネットサイズをキャンセルカバーに入る最大外径の85mmとし、内径についても通常は外径を大きくすると内径も大きくなるのに対して、今回は内径寸法を変えない専用マグネットを採用する等で、磁束密度を約20%向上することができた。

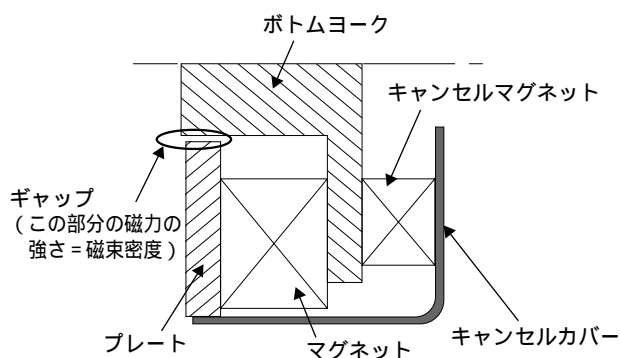


図-4 磁気回路部

Fig.4 Magnetic circuit section

振動系質量の軽量化及び磁束密度のUPにともない、インパルス応答性能を約10%向上する事ができた。これにより現行「512」からの改善ポイントであった高域再生周波数帯域の拡大17kHz 20kHzがはかれた。これにより、トゥイタを足さずに高域を伸ばすTD独自のアプローチで実現できた。

図-5が「TD712z」と「512」のインパルス応答の測定結果である。応答性能（幅）が向上しているのが判る。

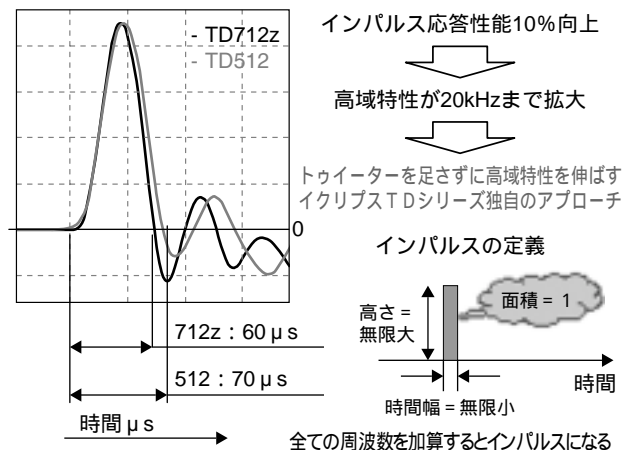


図-5 インパルス応答比較

Fig.5 Comparison of impulse responses

### 3.2 スピーカボックス構造

基本構造は現行「512」と同じだが、使用する部材や配置を不要共振低減のために、もう一度見直し最適化をはかった。(図-6)

#### ドライバーユニット



- ・振動系質量の軽減 (-10% / 512比)
- ・磁力強化・磁気ギャップの見直し (磁束密度+20% / 512比)

ドライバーの高速駆動

スピーカ支柱部分 (ディフュージョン・ステー) にアルミの3倍の比重を持つ「亜鉛を採用」

共振を大幅に減少

図-6 712zボックス構造

Fig.6 Construction of box in TD712z

#### 3.2.1 ステー材質見直し

現行「512」ではアルミダイキャストを使用しているが現行金型を流用でき、物性的にも優れた材質を検討した結果としてアルミダイキャストに対し、強度・内部損失に優れた亜鉛ダイキャストを採用。立下りにおける10kHz付近の不要共振を大幅に減衰させることができた。

(注1) 各インパルス応答から求めた周波数成分の時間変化を、3次元表示させたグラフ

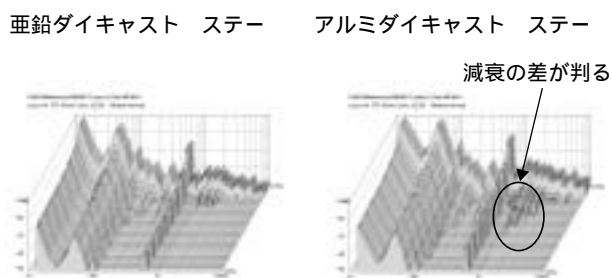


図-7 ステア材質違い立下り累積スペクトラム比較  
Fig.7 Pulse fall cumulative spectrum with different stay materials

### 3.2.2 吸音材の配置見直し

現行「512」ではスピーカユニットの磁気回路部に吸音材を配置していたが、今回耐入力UP (30W → 35W) や磁気回路の大型化等により、ボックス内部に掛かる圧力も増加するので、現行「512」よりさらに最適化を検討した。結果としては、ボックス内部の両端に吸音材を配置することで、より立下りにおける600Hz付近の不要共振を低減できる事が確認できた。(図-8)

上記結果より、立下りにおける不要な共振を大幅に低減がはかれ、試聴においてもよりクリアな音質が実現できた。

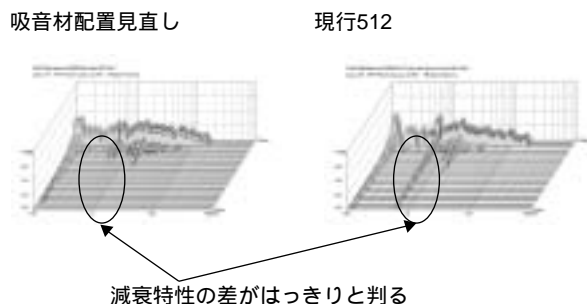


図-8 吸音材配置：立下り累積スペクトラム比較  
Fig.8 Pulse fall cumulative spectrum for old and new arrangements of the material

### 3.3 スタンド一体構造

現行「512」はスタンド「D1・D2」が別売になっており、スタンドを使用しない場合も考えられる。その場合設置面

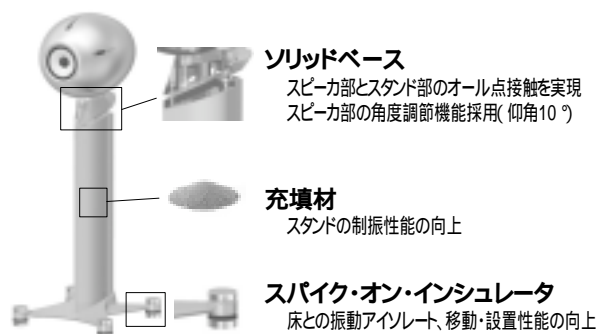


図-9 スタンド一体構造図  
Fig.9 Integrated stand construction

の材質等により、影響を受ける可能性があった。そこで、「TD712z」はスピーカの持っている能力を常に発揮できるようにスタンド一体構造とした。(図-9)

#### 3.3.1 新機構ソリッドベース

スピーカボックス部とスタンド部の接触部をステアからの振動を下に逃がしやすく尚且つ下からの振動を受け難くするように、面ではなく、スパイクによる点接触構造とした。また、スパイクの高さを可変できるようにもし、ボックスの角度を上方向に10°可変できる構造とした。上記構造の採用により、スピーカからの振動をボックス等に伝え難くし、また、試聴者の座るイス等の高さ調整への対応が可能となった。

#### 3.3.2 スタンド内部充填物検討

スタンド内部に充填する材質・量により音質・立下りの共振が変化することは、前モデルのスタンド開発時に把握出来ている。しかし今回は従来の鋼管と違い、肉厚のアルミの押し出し材を使用するために、一から充填物の材質・量の検討を実施した。調査対象として、長期的に入手が可能であり、品質的にも安定した材料をベースに調査を実施。結果は川砂・海砂・珪砂・砂鉄の4種類が候補として上がったが、海砂については金属に悪影響を及ぼす可能性がある、塩分を多く含んでいる為に今回は除外した。残りの3種類について立下り累積スペクトラム測定と試聴にて検討を実施、その結果「材質は川砂・量は4kgがベストであることが判明した。(図-10・11) この要因として考えられる事は、川砂は各粒子の大きさが違う為、アルミ押し出し材の共振周波数を打ち消すことが要因として考えられる。量については未だ解明できておらず、今後、開発の効率化・ノウハウの蓄積のためにも引き続き原因を追求していく。また今回採用した川砂は、納入前に乾燥を目的とした、焼き工程を追加した「当社特注品」である。

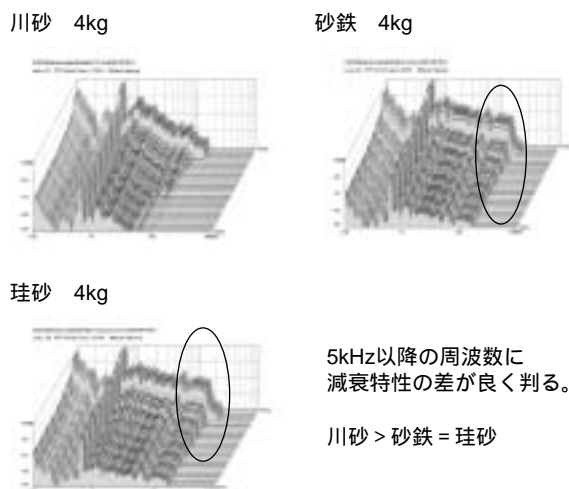


図-10 砂の種類：立下り累積スペクトラム比較  
Fig.10 Pulse fall cumulative spectrum for different sand types

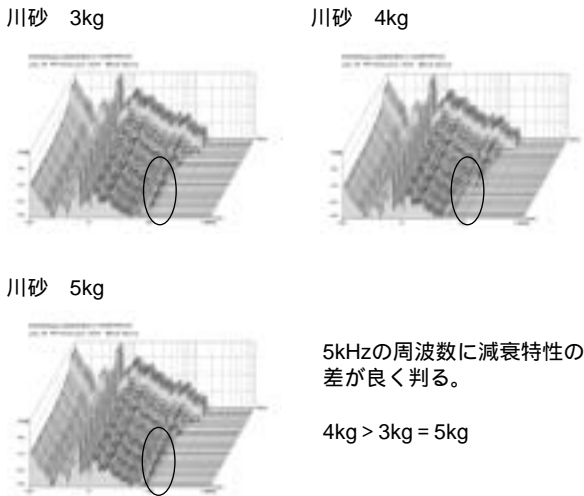


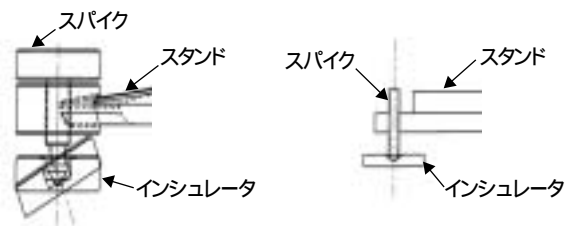
図-11 砂の量：立下り累積スペクトラム比較

Fig.11 Pulse fall cumulative spectrum for different quantities of sand

### 3.3.3 スパイク・オン・インシュレータ

従来のスタンド「D2」や他社のように、スパイクとインシュレータが別々になっているタイプでは、スピーカを設置する場合や移動させる時に、スパイクとインシュレータの位置合せが困難である事を、試作段階から把握しており、今回スパイクとインシュレータが一体となった新規構造の「スパイク・オン・インシュレータ」を当社として初めて開発した、またスパイク部の頭を従来の六角穴付タイプではなく、指で簡単に回せる大型ヘッド形状を採用。上記内容により、セッティング時間の短縮やスピーカの移動時に床等への傷付き防止、さらにはスパイクの高さ調整が非常に楽になった。販売店や実際に使用されたお客様から非常に便利になったとの声を多く頂いた。 図-12

スパイク・オン・インシュレータ 従来のスパイク+インシュレータ



・スタンドを浮かしても落下しない構造

・スパイクとインシュレータは別体設置や移動時にスパイクとインシュレータの位置合せが困難

図-12 インシュレータ構造比較

Fig.12 Comparison of insulator constructions

## 4

## 製品仕様の概要

- ・スピーカユニット口径： 12cm
- ・定格入力（最大）：35W（70W）
- ・音圧周波数レベル：83.5dB / w・m
- ・再生周波数帯域：40Hz～20kHz
- ・インピーダンス：6
- ・外形寸法：W347×D384×H988（mm）
- ・質量：約32kg

本スピーカの音圧周波数特性を図-13に、インパルス応答を図-14に示す。

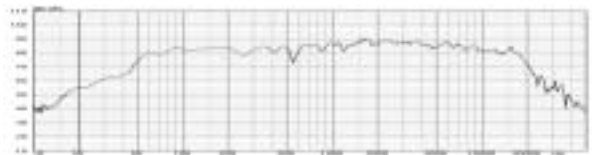


図-13 TD712z音圧周波数特性

Fig.13 TD712z sound pressure frequency characteristics

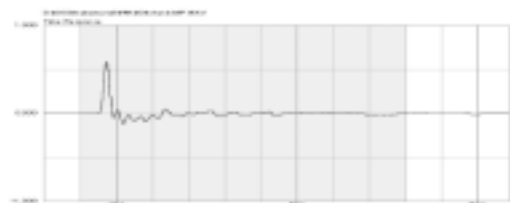


図-14 TD712zインパルス応答特性

Fig.14 TD712z impulse response characteristics

今回開発したTD712zの外観図を図-15に示す。



図-15 TD712z外観図

Fig.15 Appearance of TD712z

5

おわりに

今回開発した製品は音質及び見映えとも、現行「512」の良さを残しながら、さらにレベルUPした商品に完成できた。内覧会やA&Vフェスタで実際に試聴や見て頂いた販売店や評論家及び一般の来場者からも、高い評価を頂いている。

今後は、さらなる音質向上を目指して、スピーカの改善・構造検討の改善を行っていくと共に、今回得たノウハウを車載向けスピーカにも反映して行きたいと思う。

最後に本システム開発にご協力いただいた社内外の関係者に厚く感謝の意を表します。

特にスタンドの支柱部の大型アルミ押出し材については、金型が大型であり、成型機も全国的に限られており、この支柱部に制振性とデザイン性の両立を求めため（寸法管理等）、詳細形状について細部に渡り何度も打合せを要したが、無事に製品を発売する事ができた事をここに報告させて頂きたい。

筆者紹介



平本 光浩  
(ひらもと みつひろ)

1982年入社。以来、車載用音響システムの開発、2001年よりホーム用スピーカの開発設計に従事。現在、事業本部 音響事業部 音響技術部に在籍。



浜田 一彦  
(はまだ かずひこ)

1986年入社。以来、カーオーディオの開発、音楽ソフトの開発を経て2001年よりホーム用スピーカの開発に従事。現在、事業本部 音響事業部 音響技術部に在籍。



川井 雅人  
(かわい まさひと)

1984年入社。1988年迄、車載用ステレオの機構設計に従事。以来、車載用スピーカの開発設計に従事し現在に至る。現在、事業本部 音響事業部 音響技術部 チームリーダー。