

の少ない純度99.98%の銅線を使用し、コンデンサには音質によるチェックにより選ばれたMPコンデンサを採用しています。また、コイル同士の相互インダクタンスなどの影響を少なくするために、距離を充分にとりながらお互を直角にとりつけています。特性的には、クロスオーバー周波数がウーファとスコカ間が600Hz、スコカとツイータ間が6kHzとなっており、ともに12dB/octの遮断特性をもっています。

### ●レベルコントロール●

スコカとツイータには連続可変タイプのレベルコントロールが装備されています。採用されているアッテネータは許容入力に充分に大きく音質の劣化の少ない精密なもの

Fig. 20 レベルコントローラ

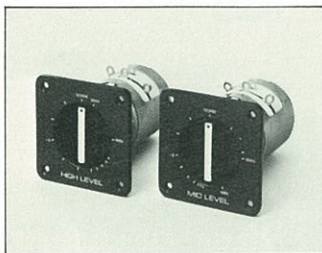
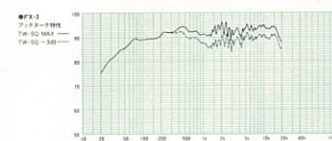


Fig. 21 レベルコントロール特性



で、中高域のレベルを好みに合わせて微妙にコントロールできます。可変範囲はスコカが+2.5dB〜∞までツイータが+1

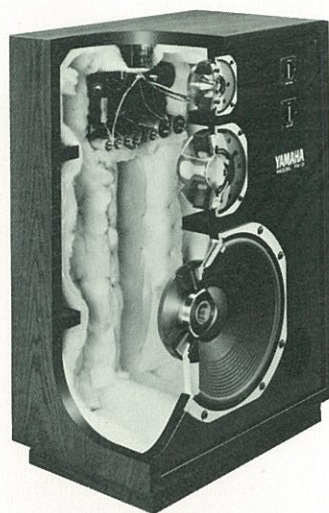
dB〜∞で連続可変できます。

### ●キャビネット●

バスレフタイプフロア型スピーカの場合、キャビネットは特に大切で、低域の特性を大きく左右します。

FX-3では、オーソドックスでゆったりとした重低音を再生するために内容積120ℓという大容量のフロアタイプに仕上げています。素材的には、全面同一のパーティクルボードで各部は強力な接着剤で接合した一体構造です。仕上げは、表面はシャイニーオーク仕上げで、バップル板は、精悍な表情の黒色仕上げです。このパーティクルボードは、通常のものより高密度で高硬度なパーティクルボードで、しかも楽器作りを通して得られたヤマハ木工技術のノウハウを

Fig. 22 カットモデル



生かした補強が各所に適切に行なわれており、不要な共振は充分に低く抑えられています。

### ▶信頼のヘビーウェイト——62kg

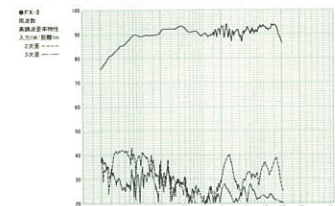
また、これに取り付けられるユニットのフレームも、ヤマハの合金技術を生かした音響用アルミダイキャストでキャビネットとともに振動系をサポートする各部位の不要な共振を可能な限りサプレスしています。このように、あらゆる所に良い音への比重をかけた設計により、全てのユニットを実装した時の重量は62kgと信頼のヘビーウェイトで、その悠悠たるデザインと美しく格調高い仕上げは、まさにグランドモニタの名にふさわしいものとなっています。

### ●諸特性●

#### ▶システム高調波歪特性

ピストンモーション領域が広く、はるかな重低音まで再生しつくすウーファと、フラットな周波数特性と無視できるほどに低い歪特性をもつスコカとツイータにより、システムとして全帯域にわたって見事な特性です。

Fig. 23 システム高調波歪特性

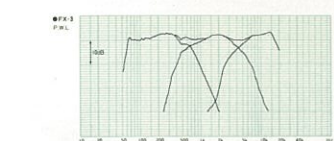


#### ▶パワーレスポンス

従来のように無響室でスピーカの真正面で測定される周波数特性や能率などに加え

て、残響室で四方八方に放射される全エネルギーを測定したもので、FX-3では全周波数帯域にわたって均一なエネルギーが放射されていることを示しています。

Fig. 24 パワーレスポンス



#### ▶指向・インピーダンス特性

特に指向性が問題となる中・高域においてもアコースティックディフューザの装着などにより60°特性においても十分にフラットでリスニングポジションを選びません。

Fig. 25 指向・インピーダンス特性

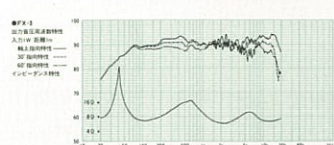
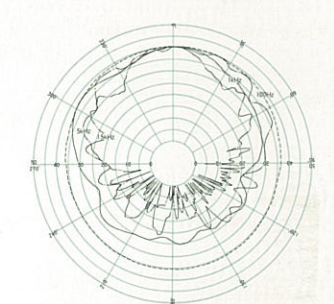


Fig. 26 指向特性 (Lチャンネル)



### FX-3の主な規格

|                   |                        |            |                             |      |                        |
|-------------------|------------------------|------------|-----------------------------|------|------------------------|
| 型仕                | 3ウェイフロア型バスレフ方式         | 公称インピーダンス  | 8Ω                          | 外形寸法 | 867(H)×588(W)×442(D)mm |
| 使用ユニット            |                        | クロスオーバー周波数 |                             | 重量   | 62kg                   |
| ウーファ              | JA-3601・36cmコーン型       | ウーファスコカ    | 600Hz(12dB/oct)             |      |                        |
| スコカ               | JA-0802・8.8cmベリリウムドーム型 | スコカツイータ    | 6kHz(12dB/oct)              |      |                        |
| ツイータ              | JA-0526・3cmベリリウムドーム型   | レベルコントロール  |                             |      |                        |
| 最大許容入力            | 100W                   | スコカ        | +2.5dB〜∞(連続可変)              |      |                        |
| 定格入力              | 50W                    | ツイータ       | +1dB〜∞(連続可変)                |      |                        |
| 出力音圧レベル           | 92dB/W・m               | キャビネット     |                             |      |                        |
| 最大音圧レベル           | 112dB                  | 材質         | 25mmの高密度パーティクルボード           |      |                        |
| 最低共振周波数(Box共振周波数) | 24Hz                   | 内容積        | 120ℓ                        |      |                        |
| 再生周波数帯域           | 30Hz〜20kHz             | 外装仕上げ      | オーク化粧(側面・上面)<br>カバ化粧(バップル面) |      |                        |

スピーカシステム  
**FX-3 ¥220,000**



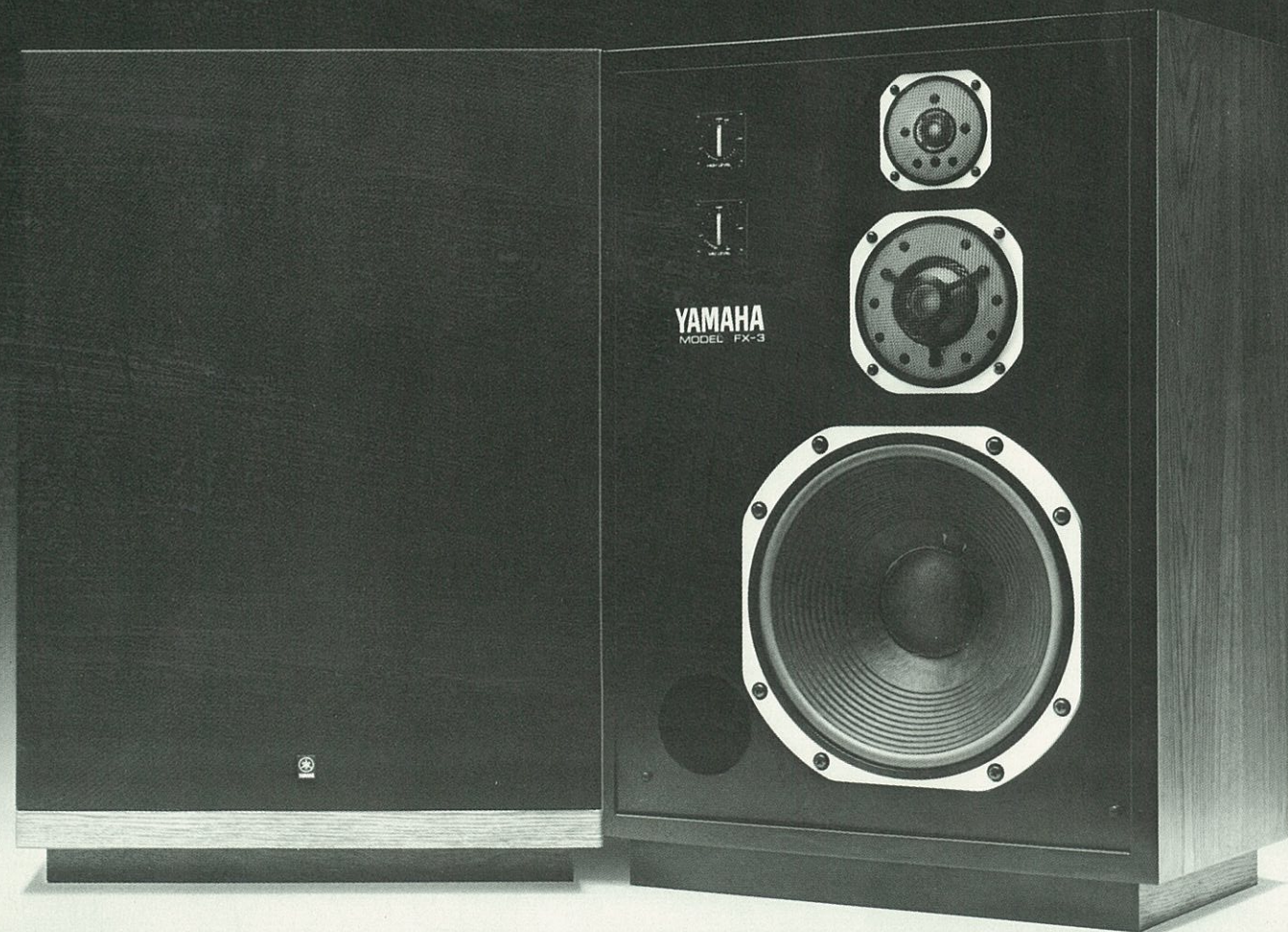
●規格及び外観は改良のため予告なく変更されることがあります。●ステレオの補修用性能部品の最低保有期間は製造打切り後8年です●保証書を添付しております。保証書はお買い上げ販売店で所定の事項を記入されたものをお受け取り下さい●掲載商品について、くわしいことは、販売店でおたずね下さい。もし販売店でお分りにならない時は当社におたずね下さい。

日本楽器製造株式会社  
 本社 〒430浜松市中沢町10-1  
 カタログに関するお問合せは  
 日本楽器製造株式会社 広告課  
 〒430浜松市田町32

## YAMAHA NATURAL SOUND SPEAKER

# FX-3

¥220,000





# 新しい製造プロセスによる豊かに歌うベリリウム・ツイータ/スコカに、新開発のコーン紙で豊かに歌う36cm大口径ウーファを贅沢で美しい120ℓという大型フロア・キャビネットにコンビさせた、Grand Monitor

：総重量62kgというFX-3の重さは、舶来のシステムを含めて、このクラスのものに比べると50%近くも重く、FX-3のフロアシステムとしてあるべきファナティックな贅沢さをまざまざと象徴する事実ではありません。その高剛性によって極度に軽量化でき、その高音速によって分割振動などはるか可聴帯域外に追放し得るベリリウム振動板は、正にオーディオの貴金属です。FX-3は、このヤマハだけのベリリウム振動板を、いかにもフロア型という豪華な世界に持ち込み、限りなく豊かに歌わせようということから、その製造プロセスまでをあらたにして、超純度のベリリウム・サウンドに新しいキャラクターを創造することに成功しています。いささかの誤魔化もなく、あくまでオーソドックスに、肌でようやく感知できるという非頼りなマニア共通のものです。FX-3は、分解能やニュアンス、音程度や音色といった質感という点で傑出するヤマハ・ウーファを、いかにもフロア型という豪華な世界に持ち込み、限りなく豊かに歌わせようということから、36cmの大口径ウーファを120ℓもの大型バスレフ・キャビネットに抱かせたもので、高質感のヤマハ・サウンドは怒濤の量感のうちに豊麗に解き放たれています。いくつかのスピーカーを歴選した後で、次に手に入れるべきシステムとしてJBLやタンノイといった舶来システムをお考えの方は、なるほどそうした優秀な舶来システムの伸びやかに楽しく音楽を鳴らし切るキャラクターや個性的に豊かに音楽を歌い切るパーソナリティをあらためて確認するためにも、グランド・モニターFX-3のご試聴を：超純度ベリリウム振動板によって初めて可能になったNS-1000Mの、あの極端に緻密で正確な音、そしてあの極度にトランジェントに秀れた良質の音を、高域へも低域へも思い切り伸びやかに解放して思い切り豊かに歌わせてみたいとお考えの方は、何よりも、グランド・モニターFX-3のご試聴を：もしお部屋にスペースがあるならば、アブライト・ピアノをグランド・ピアノに変えるような気分で、いかにもフロア型という名にふさわしく、これだけ大きくこれだけ贅沢で、そしてこれだけ精密で美しいグランド・モニターFX-3のオーナーになっていただくべく、この次には、限りなく「豪華な音」を

## ●ベリリウム振動板●

スピーカーの振動板は、入力された信号に対して忠実に振動板全体が同一の動き(ピストンモーション)することが理想ですが、実際には、入力される周波数が高くなると、振動板の一部が勝手な動き(分割振動)を始めてしまい、歪の発生や過渡特性の劣化を招きます。この分割振動は、金属のように剛性の高い(硬い)材料を厚く丈夫にすることで防ぐことができますが、中音用や高音用スピーカーのように高い周波数に対して忠実に追従しなくてはならない場合、振動板を厚く(重く)することによる質量の増加は致命的です。つまり、スピーカーの理想の振動板とは、高剛性でしかも羽のように軽いという困難な2つの条件を同時に満足させなくてはなりません。この条件を十分に満たしているのがベリリウム振動板です。

## ▶高純度ベリリウム振動板の開発

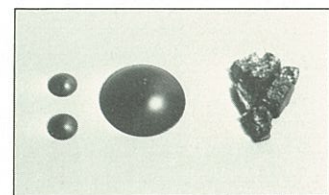
ベリリウムはFig.1からわかるように密度が1.84とアルミニウムの3%、チタンの2%と非常に小さく、しかも弾係数がアルミの4倍、チタンの2.5倍、剛性はタンゲステンをすらしのいで金属中最大です。また音の伝播速度についてもチタンやアルミニウムの2倍という非常な速さで、まさにオーディオの貴金属と呼べるものです。

Fig. 1 各種振動板素材の物理特性比較表

|  | Be     | Mg    | Al    | Ti     |
|--|--------|-------|-------|--------|
| 密度(ρ)<br>(g/cc)                                | 1.84   | 1.74  | 2.69  | 4.54   |
| 弾性係数<br>(E)(kg/mm <sup>2</sup> )               | 28,000 | 4,500 | 7,400 | 11,000 |
| E/ρ<br>(10 <sup>11</sup> cm/sec <sup>2</sup> ) | 15.2   | 2.59  | 2.75  | 2.42   |
| 音速<br>(m/sec)                                  | 12,600 | 5,770 | 6,420 | 5,990  |

このようにベリリウムは振動板素材として秀れた性質をもちながら、もうひとつ成形性が悪く、化学的に活性であるため腐食しやすいなど、実用化は非常に困難でした。しかし、ヤマハではLSI製造技術に用いられている電子ビーム真空蒸着法を応用した

Fig. 2 ベリリウム振動板(ベリリウムインゴット:右)



全く新しいシステムで、数年前よりベリリウム振動板を現実のものとしています。

## ▶ヤマハ電子ビーム真空蒸着法

これはFig.4のように、高真空中におかれたベリリウムインゴットに電子ビームを当て、飛び出したベリリウムの原子を、ドーム型の基板に蒸着して製造するものです。このため、絞り成型では困難な深いドーム型のものまで自在の形を作り出すことができます。また、高真空中で製造するため、圧延板材より仕上げたものより化合物は少なく非常に高純度のものが得られます。

Fig. 3 高真空蒸着機

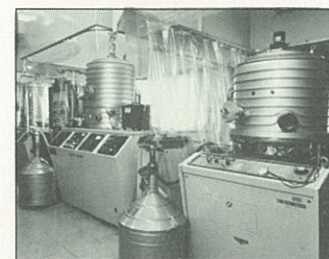
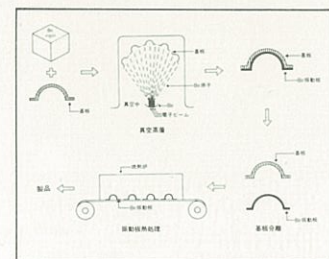


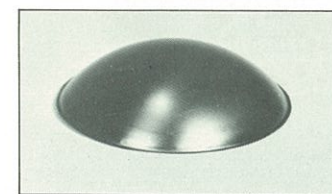
Fig. 4 ヤマハ電子ビーム式真空蒸着法図解



特にフロア型のFX-3にあっては、その製造プロセスまでをあらたにして、超純度のベリリウムサウンドに新しいキャラクターを創造することに成功しています。

## ●ベリリウムドームスコカ●

口径88mmで曲率半径が小さい(深いドーム状)ヤマハの電子ビーム真空蒸着法ならではの、大口径ベリリウムドームスコカを



す。前述のように、この電子ビーム真空蒸着法は、真空中の蒸着室にいくつかの型(基板)を入れて同時に蒸着しますので、

FX-3のスコカのように大口径ですと大量に作ることはできません。しかも、完成した振動板は、その中の一枚をすぐにユニットに組み込んで試聴を行ない、もしここで満足ゆかない場合には、同時に蒸着した全ての振動板を廃棄するという厳密な選別をセレクトを行なった貴重な振動板です。

Fig. 6 ベリリウムドームスコカ(JA-0802)

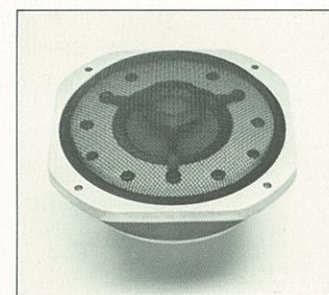
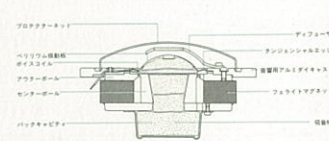


Fig. 7 スコカ断面図



▶リニアリティの良いタンジェンシャルエッジ この秀れた振動板と、耐久性に秀れたクラフト紙のボビンに占積率の良い銅リボン線を強固にエッジワイス巻きした振動系は、粘弾性樹脂と熱硬化性樹脂を二重にコーティングしてリニアリティを高めた特殊繊維のタンジェンシャルエッジでサポートしており、秀れたベリリウム振動板の特長を損うことなく充分な形状保持とセンター保持能力を実現しています。

## ▶アコースティックディフューザの採用

ベリリウム振動板は剛性の増加と指向性の向上をはかるため曲率半径の小さいドーム型が採用されています。このため帯域外の軸上特性に起こる干渉による谷を、ディフューザを採用することにより抑え、軸上の特性を可能な限り高域まで伸ばし、ツイータとのクロスオーバー周波数付近のつながりを改善しています。

## ▶リニアな動きを確保する「穴」

特にこのスコカにおいては、リニアでハイトランジェントな動作を確保するために、ベリリウム振動板、ボイスコイル、タンジェンシャルエッジなど各部分の空気圧が等しくなるように充分な考慮がなされています。たとえば、振動板背後はセンターポールを

大きくくり抜いてバックキャビティに通じており、またボイスコイルの背後は磁気回路の底板に空気穴をあけてバックキャビティに通じています。さらにエッジの背後の部分においても、ボイスコイルボビンに穴をあけたり、アウターポールに穴を通じさせており、振動系のリニアな動作を確保しています。

## ▶ヤマハならではの豪華な磁気回路

この秀れた振動系をハイトランジェントで駆動する磁気回路は、156φ×80φ×25mmの大型フェライトマグネットを採用しており、総磁束130,000マックスウェル、磁束密度16,000ガウスを実現しています。このため特性的には、再生帯域が300Hz~10kHzととても広がっていますが、このようにfo(最低共振周波数)が300Hzと十分に低くなっていますので、大口径ウーファとのつながりを非常にスムーズなものとしています。また指向特性においても、振動板の前面にアコースティックディフューザを装着したことにより、60°特性もとてもフラットで、リスニングポジションを選びません。

Fig. 8 スコカ指向・インピーダンス特性

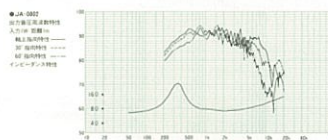
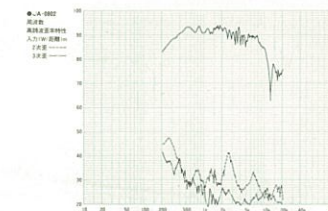


Fig. 9 スコカ高調波歪特性



またFig.9の高調波歪特性からわかるように、特に耳障りな歪成分である3次高調波歪成分も低く抑えられており、鮮明で明るく透明感に満ちた気品溢れる音です。

## ●ベリリウムドームツイータ●

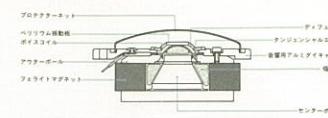
剛性が高いというベリリウムの最大の特長を生かして重量がなんと0.028gという振動板を採用したFX-3のツイータは、強力なマグネットをもつ磁気回路と相まって超高域まで余裕をもって再生しつづけます。

Fig. 10 ベリリウムドームツイータ(JA-0526)



▶20kHzを超えるピストンモーション領域 フロア型でバスレフタイプのスピーカーの設計において特に重要となるのがウーファで、FX-3では、あくまでもオーソドックスに誤魔化しなく高忠実なゆったりとした重低音の再生をめざしています。

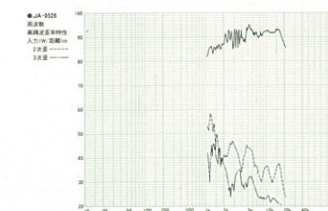
Fig. 11 ツィータ断面図



ボン線を強固にエッジワイス巻きした剛性が高く軽い振動系は、粘弾性樹脂と熱硬化性樹脂を二重コーティングした特殊繊維のタンジェンシャルエッジでサポートしています。このため可聴限界である20kHzを超えて鮮やかにピストンモーションしています。また、振動板背後の空間のセンターポールをテーパー化して、隙間には吸音材を充填し共振による音への悪影響を少なくしています。

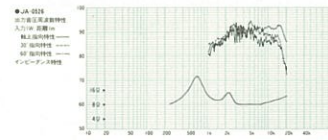
▶特に3次高調波歪成分が少ない 磁気回路は、100φ×50φ×22mmの大型フェライトマグネットを採用して、総磁束33,000マックスウェル、磁束密度18,500ガウスと非常に強力です。再生周波数帯域

Fig. 12 ツィータ高調波歪特性



は2kHz~20kHzと広帯域で、その中でも特に3次高調波歪成分の少ない6kHz以上を使用しています。また、振動板の前面には、高域の周波数特性と指向性を大幅に改善するアコースティックディフューザを装着しておりFig.13のように60°特性も良好で

Fig. 13 ツィータ指向・インピーダンス特性



す。このようにベリリウムの持つ特性を存分に生かした設計がなされたFX-3のツイータは、素晴らしいフラットな周波数特性と低い歪率という秀れた物理特性にささえられた鮮明で透明感溢れる音を実現しています。

## ●36cmコーン型ウーファ●

フロア型でバスレフタイプのスピーカーの設計において特に重要となるのがウーファで、FX-3では、あくまでもオーソドックスに誤魔化しなく高忠実なゆったりとした重低音の再生をめざしています。

▶大入力時に音の飽和や崩れがない振動系 このウーファの音そのものを大きく左右するコーン紙は音質という点で充分な味味が行なわれたバルブより作られたもので、コルゲーション入りのコンカルタイプに仕上げられており、分割振動が良く抑えられて広いピストンモーション領域を得ています。エッジは、気密性に秀れた発泡ウレタンのロールエッジで、大振幅にもリニアリティが良く温度や湿度の変化にも特性の劣化が

Fig. 14 36cmコーン型ウーファ(JA-3601)

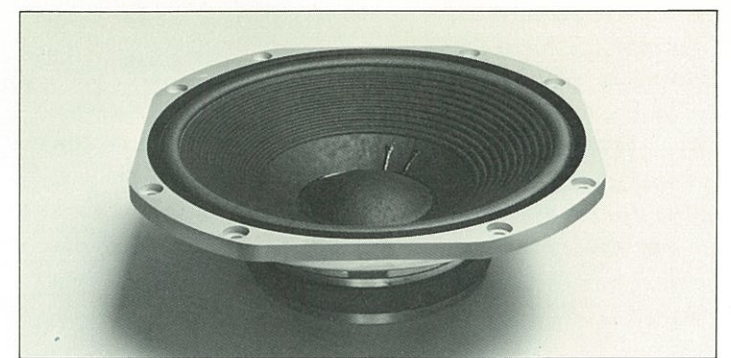
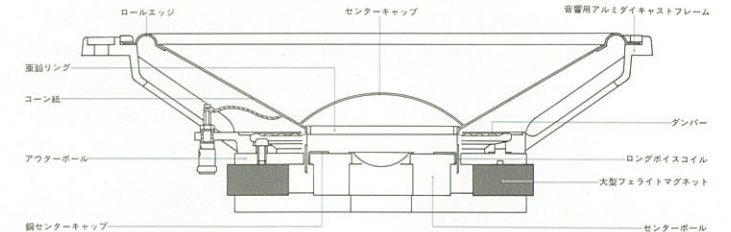


Fig. 15 ウーファ断面図



ほとんどありません。また、振動系をささえるダンパーも基布や含浸剤に充分な検討が加えられており、大入力時にも音の飽和や崩れがないリニアリティの良いものです。ボイスコイルは、銅リボン線を耐熱性のNOMEXボビンにエッジワイス巻きにしたロングボイスコイルタイプのもので、大入力時にもボイスコイルが磁界からはずれることなく、リニアリティの良い動作が確保されます。またボイスコイルのネックの部分には、亜鉛製の補強リングを装着しており、ボイスコイルボビンのたわみによる不整形運動を防止し、高調波歪の発生を抑えています。磁気回路は、200φ×120φ×20mmの大型フェライトマグネットを採用して、総磁束260,000マックスウェル磁束密度12,000ガウスと非常に強力です。またセンターポールには、磁気歪の発生を少なく抑える銅キャップを被せており、耳障りな3次高調波歪を使用帯域全体にわたって低く抑えています。

で、総重量8.7kgの強力なウーファががっちり保持します。このため、がっちりとした内容積120ℓの大容量のバスレフ型キャビネットとのコンビで、音楽のもつはらかな重低音まで素晴らしい質感と豊かな量感で再現します。

## ●ネットワーク●

スピーカーシステムの各ユニットの使用周波数帯域を決定し、各ユニットのつながりをスムーズにするため、ネットワークの構成と定数決定はとても大切です。ですからネットワークのクロスオーバー周波数を決めるコイルとコンデンサの定数や素材の決定は、電気的特性のチェックはもちろんとして最終的には聴感によるカット&トライにより決められます。特にFX-3では、ベリリウム振動板をもつスコカとツイータの伸びやかで切れの良い音質と立ち上り、立ち下り特性を十分に生かすよう留意するとともに、大口径のウーファとのスムーズなつながりと中音の充実を中心に全体的なバランスに留意して構成されています。

Fig. 18 ネットワーク

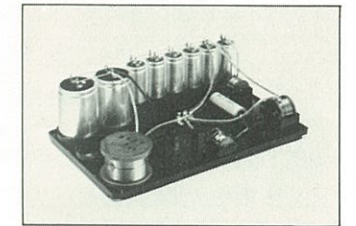
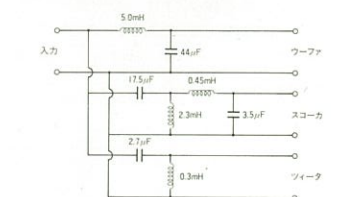


Fig. 19 ネットワーク回路図



使用部品についていえば、コイルは大型のフェライトコアによるボビンに、直流抵抗

Fig. 16 ウーファ高調波歪特性

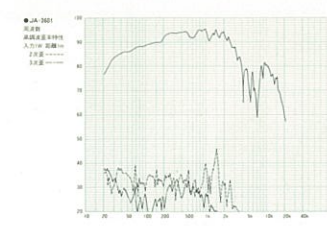


Fig. 17 ウーファインピーダンス特性

