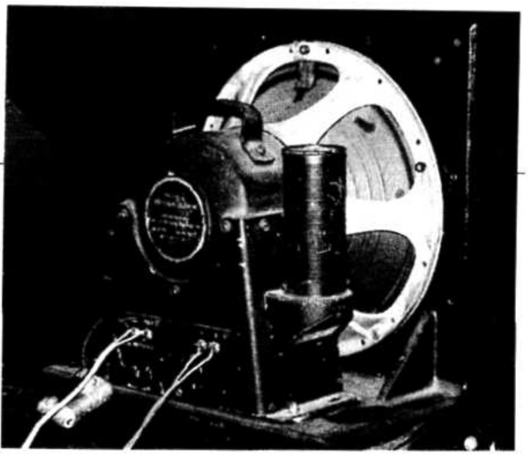
スピーカー技術の100年

番外編No.1　WEのワイドレンジサウンドシステム用スピーカーシステムの全貌（1）

佐伯多門　SAEKI Tamon



口径13インチのTA-4151型（AC型）

「番外編」開始に当たって

2000年1月号から2005年12月号まで，71回を数えた連載「スピーカー技術の100年」が終了して以降，6年間の調査で数多くの新たな資料・新事実が発見されています．本誌2007年7月号でも一部中間報告しましたが，今回から新たな「番外編」として，WEの「ワイドレンジサウンドシステム」をはじめ，アルテック・ランシング初期の「Wシリーズ」，ロンドン・ウエスタンと称する英国ウエストレックス系スピーカーシステムなどについて新事実を含めて解説します．

WEが1933年に開始したトーキー映画のワイドレンジサウンドシステムは，スピーカーシステムが重要な役割を持っていましたが，その実態は資料不足のため，どのようなスピーカーシステムの構成で設置されていたのか知られていませんでした．主要パーツであるスピーカーユニットについては各種の資料が発表されていますが，映画館や劇場のトーキー映画用スピーカーシステムとして，どのような形態で納入設置されたか，記録写真や図面がほとんど残されていませんでした．

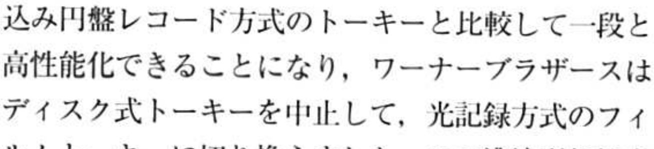
映画館の音質向上が切望され，音響設備の新設については他社との競争の中，WE（ERPI）が驚異的な力を発揮して大きくマーケットシェアを確保し，独占状態に近くなり，独占禁止法に抵触するほどの躍進を見せ，その結果，法律に従ってERPIは解散されました．しかし，これほどの成果を挙げた製品群の威力あるスピーカーシステムの構成や規模が明確ではありませんでしたので，この全貌を明解にする必要がありました．

「ワイドレンジ」シリーズの誕生

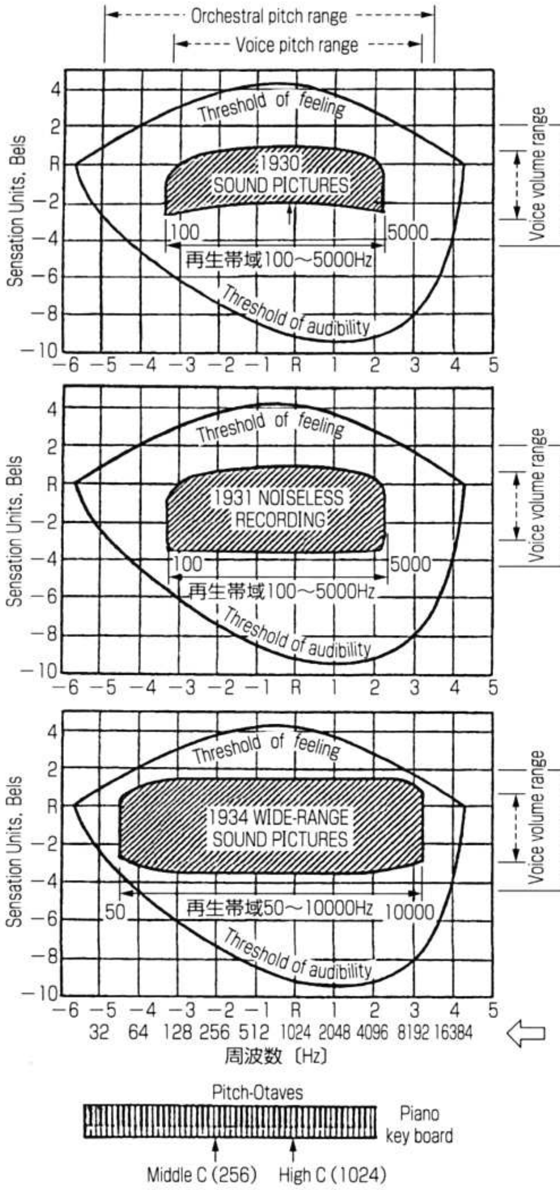
1932年，フィルムトーキーのサウンドトラックの記録再生方式が改良され，高音再生やフィルムによる雑音の低減が図られ，音質面で大きな進展がありました．

そのフィルムトーキーの録音記録には2つの形式，すなわちRCA系の面積型波形（area type soundtrack，通称「ノコ目」）と，WE系の濃淡型波形（density type soundtrack，通称「縞目」）があり，それぞれ特徴のある方式が開発されました．1933年にベル研のE・C・ウエントがライトバルブ（light valve）式録音方式を発明し，濃淡型無雑音方式のトーキー映画を開発しました．

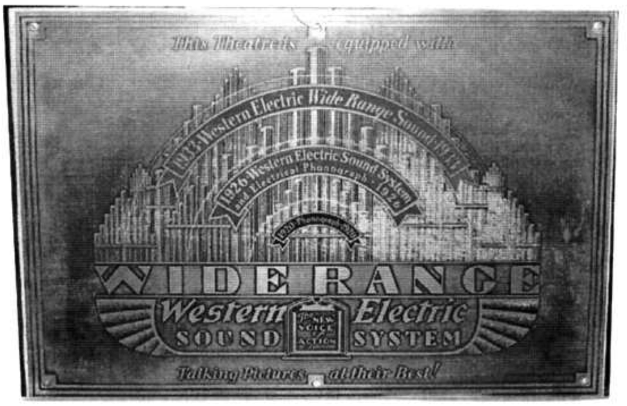
これによって，1926年から使用してきた電気吹き込み円盤レコード方式のトーキーと比較して一段と高性能化できることになり，ワーナーブラザースはディスク式トーキーを中止して，光記録方式のフィルムトーキーに切り換えました．この濃淡型無雑音方式のトーキー映画により，これまで再生周波数帯域が約100Hz～6000Hzであったのに対し，50Hz～10000Hzの広い再生帯域を可能にしました．



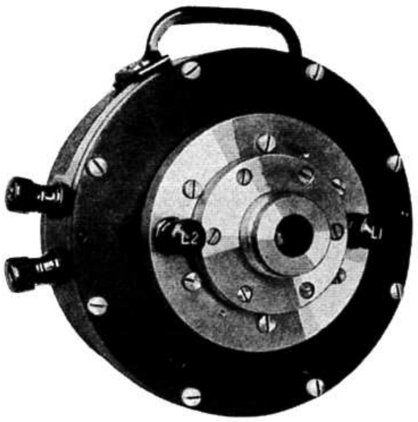
［図1］1933年の開始に当たって作られたWEのワイドレンジサウンドシステムのエンブレム



［図2］1934年にHigh Fidelity in SoundとしてERPIが出したワイドレンジサウンドの広告例（*Erectronics*, June, 1934に掲載）



［写真1］WEのワイドレンジサウンドシステム設置の認証プレート（エイフル，若林鋼二氏所蔵）



［写真2］中音用に使用する555-W型ホーン（コンプレッション）ドライバー

WE（ERPI）は，早速このトーキー映画用音響再生装置全体をワイドレンジ化する開発に取り組み，「ワイドレンジサウンドシステム(wide-range sound system)」と称する新しい商品名で業界に打って出ました．**図1**に示すようなエンブレムや，この再生帯域がこれまでの再生帯域と違う点を強調した広告(**図2**)からもその意気込みは現在に伝わっており，忠実度の高い音質で映画を楽しむという新風をトーキー映画市場に吹き込みました．また，**写真1**のようなエンブレムを作り，ワイドレンジサウンドシステムを納入設置した上映館のフロントに掲げ，ほかの映画館の設備との差別化を図りました．

ワイドレンジサウンドシステムのスピーカーシステムは，ワイドレンジ再生のために世界最初の本格的な3ウエイ複合方式を採用し，低音域は50～300Hz，中音域は300～3000Hz，高音域は3000～10000Hzと再生帯域を3分割し，ネットワークは−6dB/octのTA-7297型を使用して，総合的に50～10000Hzまでの広帯域再生のスピーカーシステムを完成させました．

この帯域を区分したそれぞれの専用スピーカーの名称を，低音用はウーファー(woofer)，中音用はスコーカー(squawker)，高音用はトゥイーター(tweeter)と初めて命名しました（これが発端で，今日の複合型スピーカーシステムの各帯域の名称に広く使用されるようになりました）．

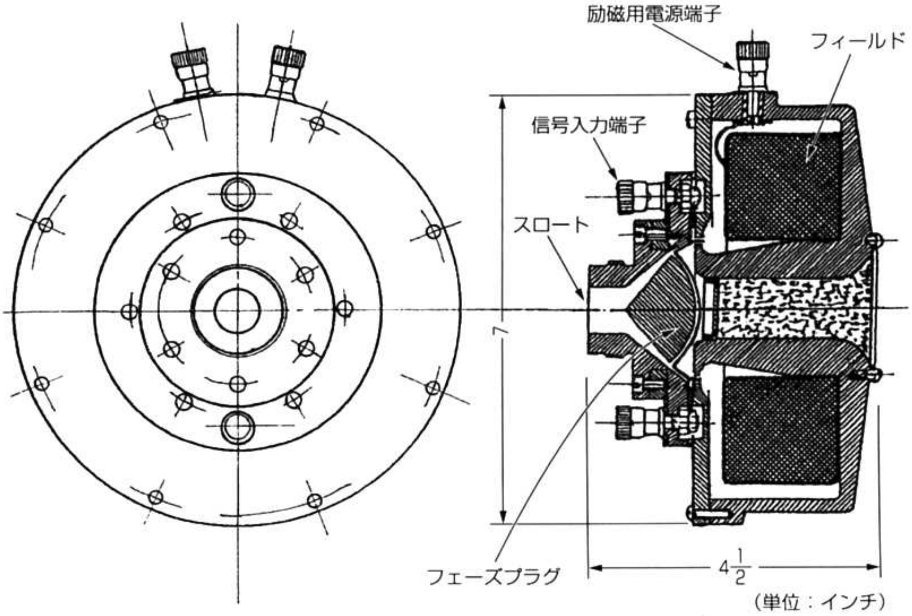
キーコンポーネントの種類と概略仕様

このワイドレンジサウンドシリーズのスピーカーシステムは，これまでフルレンジスピーカーとして使用されてきた17-A型ホーンと，そのドライバーの555（555-W）型と組み合わせたスピーカーを中音域にして，高音用に597（596）型ホーンスピーカー，低音用に口径13インチまたは12インチの直接放射型コーンスピーカーを平面バッフルに取り付けた構成の複合型3ウエイスピーカーシステムです．

1930年代初期は，米国では「ブラックサーズデー

555型ホーンドライバー

製品番号	(初期)555-W型,(後期)555型
形式	コンプレッションドライバー ムービングコイル型ダイナミックスピーカー
振動板	φ2インチ　アルミニウム合金 タンジェンシャルエッジ
ボイスコイル インピーダンス 直流抵抗	 16〜25Ω 12.8Ω
フィールドコイル 直流抵抗 励磁電圧 励磁電流	 4.5Ω DC7V DC1.5A
最大入力	6W
総重量	20ポンド



[図3] 555型ホーンドライバーの概略仕様と構造図

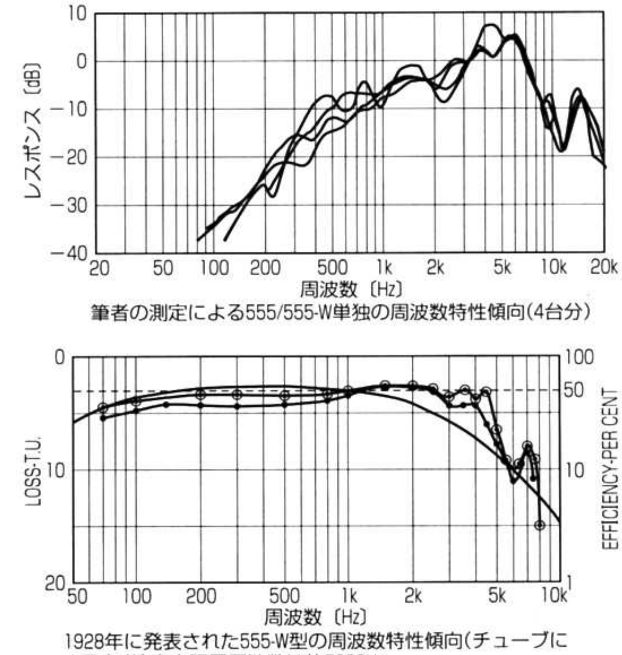
(1929年10月24日)」を発端とする大不況の最中でした．しかし映画はこうした不況の中で大衆の娯楽として強く支持され，発展しました．

トーキー映画は，特に大衆から高い支持を得て，トーキー映画用設備を設置した映画館に観客は殺到することになり，興行成績はうなぎのぼりでした．このため，当時の経済環境ではその投資は苦しい出費でしたが，トーキー映画用音響再生設備新設のための投資が先を争うように行われました．

映画館や劇場での設備の新設のほとんどは，既設の建物をそのまま使って，映画スクリーンを音の透過性のある穴あきスクリーンに変更するとともに，この背後にスピーカーシステムを設置することでした．その設備規模は，劇場の収容人員数や客席配置に応じてスピーカーシステムの構成やスピーカー配置が異なってきます．1000人以上の大型劇場や，600人程度以下の小規模の映画館などの設備の規模の違いを検討する必要がありました．

当時の無声映画時代の映画館や劇場の設備を改装してトーキー映画音響設備を新設するには多くの問題がありました．無声映画の上映では，映画スクリーンの前のオーケストラピットなどに音楽演奏家や弁士がいるスペースはありましたが，スクリーン裏は狭いスペースしかありませんでした．このスクリーン裏のスペースにスピーカーシステムを設置する必要があります．

一方，既成の大型劇場では，多種の上演項目を持っているため，映画の上映後にスクリーンの移動とともに大型のスピーカーシステムを移動させて保管する必要があります．



筆者の測定による555/555-W単独の周波数特性傾向(4台分)

1928年に発表された555-W型の周波数特性傾向(チューブによる負荷)高音限界周波数は約5000Hz

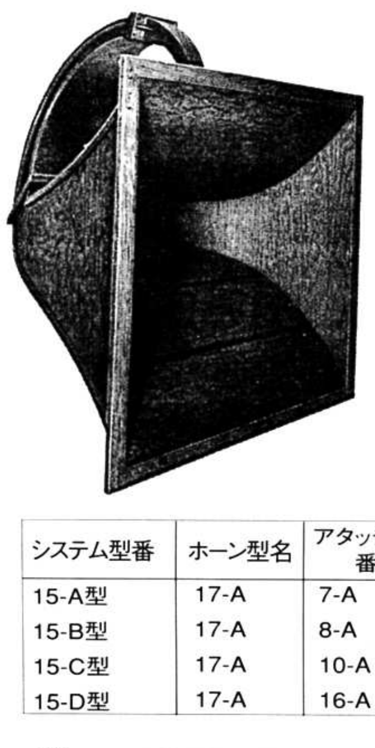
[図4] 555型単独の再生周波数特性例

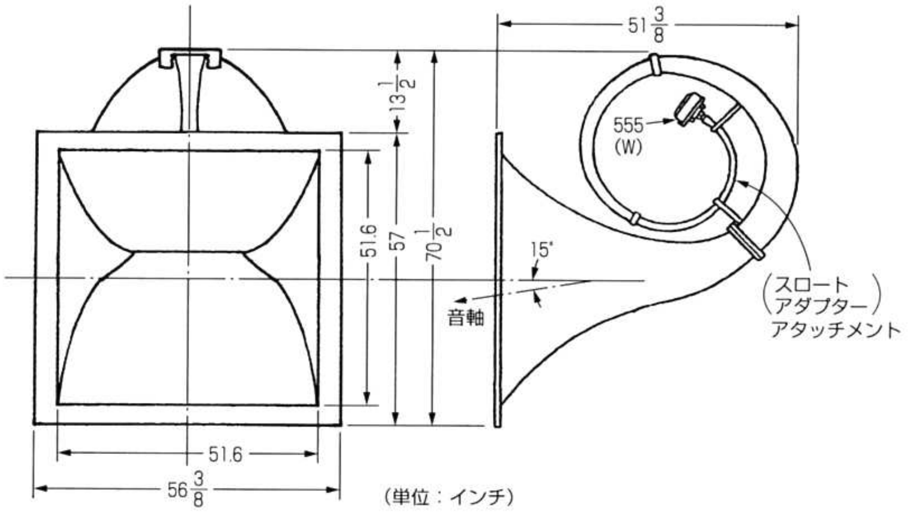
こうした設営時の条件をクリアしてスピーカーシステムを設置するには，ケースバイケースに対応していく必要がありました．

WEは，トーキー映画事業を担当するERPIの営業的戦略としてイージーオーダー方式を打ち出し，ワイドレンジサウンドシステムを構築するためには各スピーカーをキーコンポーネントとして付属部品などを充実させ，要望する組み合わせの条件を多様化し，顧客の予算と設置条件を充たすシステムが構築できるようにしました．

(1) 中音用スピーカーの種類と概略仕様

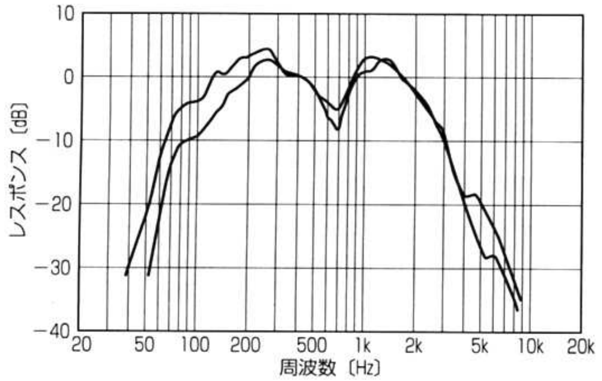
中音用スピーカーとしては，これまでフルレンジ





システム型番	ホーン型名	アタッチメント番号	ホーンドライバー	
			型名	数量
15-A型	17-A	7-A	555 (W)	1
15-B型	17-A	8-A	555 (W)	2
15-C型	17-A	10-A	555 (W)	4
15-D型	17-A	16-A	555 (W)	3

［図5］ 17型ホーンの組み合わせと構造寸法図



［図６］ 15-A型ホーンシステム単独の再生周波数特性傾向（ホーン開口正面中央より50cm，筆者実測）

スピーカーとして活躍し，定評があった555-W型および555型(以後 555（W）とします)ホーンドライバー（**写真2**）を使用します．

このスピーカーの概略仕様は**図3**に示すように振動板口径２インチで，低音域80Hzぐらいから高音限界周波数の5000Hzぐらいまでの再生帯域を持った性能で，**図4**に示す特性です．

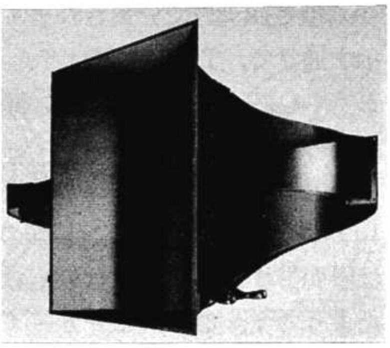
電気音響変換効率が優れているため，駆動用アンプ42型，43型を使用して大型映画館などで複数個使用するフルレンジスピーカーとして活躍してきたものですが，ワイドレンジスピーカーシステムでは，ホーンドライバーとして２種類のホーンに組み合わせ，中音用スピーカーとして使用しました．

その１つは，これまでフルレンジスピーカーとして80～3000Hzの音声の主要帯域を再生してきた17-A型ホーン（**写真3**）と555（W）型を組み合せた15型ホーンシリーズです．その構成は**図5**に示すように４種類の組み合わせがあり，音響出力を高めるため，１つのホーンにアタッチメントを使用して，ホーンドライバー555（W）を１から４個まで増減できる構成になっており，ドライバーの数によってシステムに型番が付与されていました．

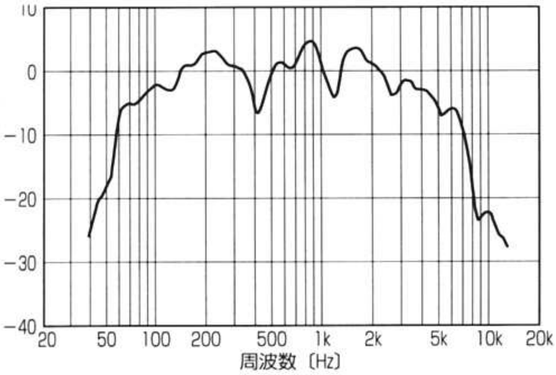
15-A型ホーンシステムの再生周波数特性の傾向は**図6**のようになっています．ホーンが木製であるためホーンドライバーの高音域限界周波数5000Hzまでは伸びず，大きく減衰しています．このホーンはカットオフ周波数が約70Hzに設定されているため開口面が大きく，構造上奥行き寸法が53･1/8インチ（1350mm）と大きくなっています．

もう一つのホーンは，奥行き寸法を短くするために工夫した設計の16A型ホーンです．外観は**写真4**のように特徴ある形状で，奥行き寸法は25･5/8インチ（651mm）です．フルレンジ再生用として開発されているので開口面は大きく，ホーン素材は金属材（鉄）を使用しているため高音域は伸びて60～6000Hzの再生帯域を持っています．その特性傾向は**図7**に示すように中音用としてはワイドレンジな特性になっています．このスピーカーの構成は**図8**に示すようにアタッチメントと組み合せて555（W）型を2～6個使用するもので，それぞれにホーンシステムの型番が付与されています．

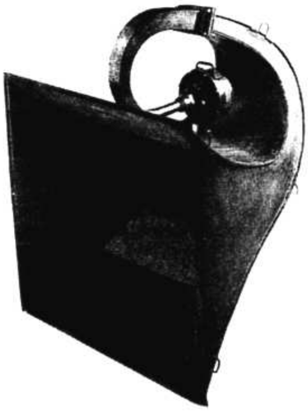
後期の1935年になって17-A型ホーンに代わって中音用として新しく開発されたのが22-A型ホーン（**写真5**）です．このホーンのカットオフ周波数は約130Hzに設定され，再生帯域幅は150～6000Hzにな



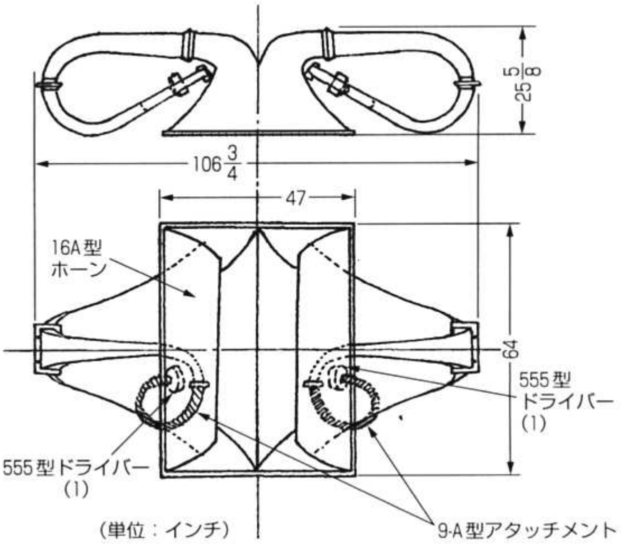
[写真4] 中音用に使用する16-A型系ホーン



[図7] 6016-Aホーンシステム単独の再生周波数特性傾向（ホーン開口中央より50cm，片側ドライバーのみ使用，筆者実測）

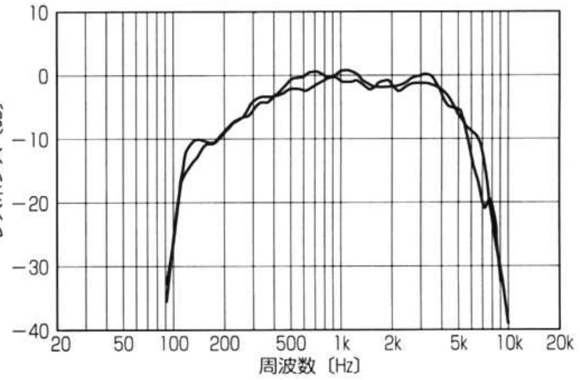


[写真5] 中音用に使用する22型系ホーン（555型ドライバー1個付きの6022-A型ホーンシステム）



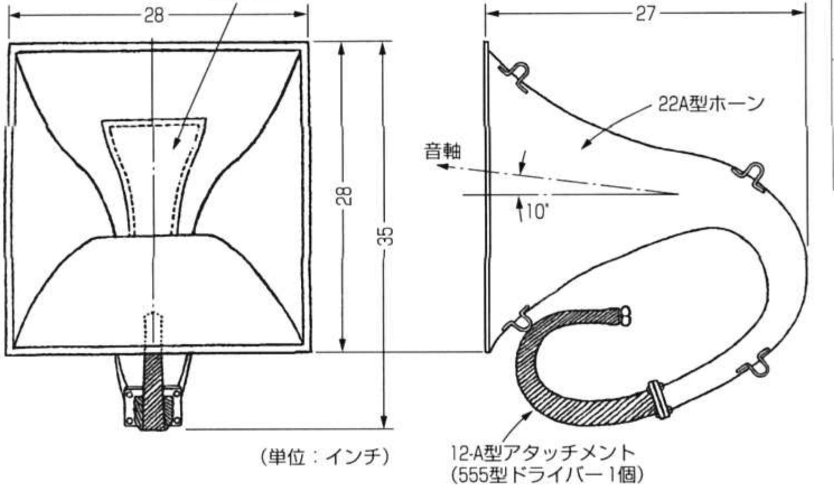
システム型番	ホーン型名	アタッチメント番号	ホーンドライバー	
			型名	数量
6016-A型	16-A	9-A	555（W）	2
6116-A型	16-A	8-A	555（W）	4
6216-A型	16-A	16-A	555（W）	6

[図8] 16-A型ホーンの組み合わせと構造寸法図



[図9] 6022-A型ホーンシステム単独の再生周波数特性傾向（ホーン開口正面中央より50cm，筆者実測）

システム型番	ホーン型名	アタッチメント番号	ホーンドライバー	
			型名	数量
6022-A型	22-A	12-A	555（W）	1
6122-A型	22-A	13-A	555（W）	2
6222-A型	22-A	15-A	555（W）	3



[図10] 22-A型ホーンの組み合わせと構造寸法図

っています．**図9**はその特性傾向を示したもので，3ウエイ方式の中音用としての狙いがはっきりと示されています．

このホーンの構成は**図10**に示すようにアタッチメントにより555（W）型が1～3個使用できるようになっており，ホーンシステムの型番が付与され，区別されています．奥行き寸法が27インチと短く，16-A型ホーンと同じように使用でき，客先の設置条件に

[表1] 口径13/12インチ低音用スピーカーの種類と概略仕様

口径	型名	概略構造図	励磁電源電圧〔V〕	ボイスコイルインピーダンス〔Ω〕
13	TA-4151 TA-4151A	図11	AC115	10.5
	TA-4153 TA-4153A	図12	DC105	
12	TA-4165	図13	AC115	8
	TA-4166	図14	DC105	8

対応する機種選択の自由度が広くなりました.

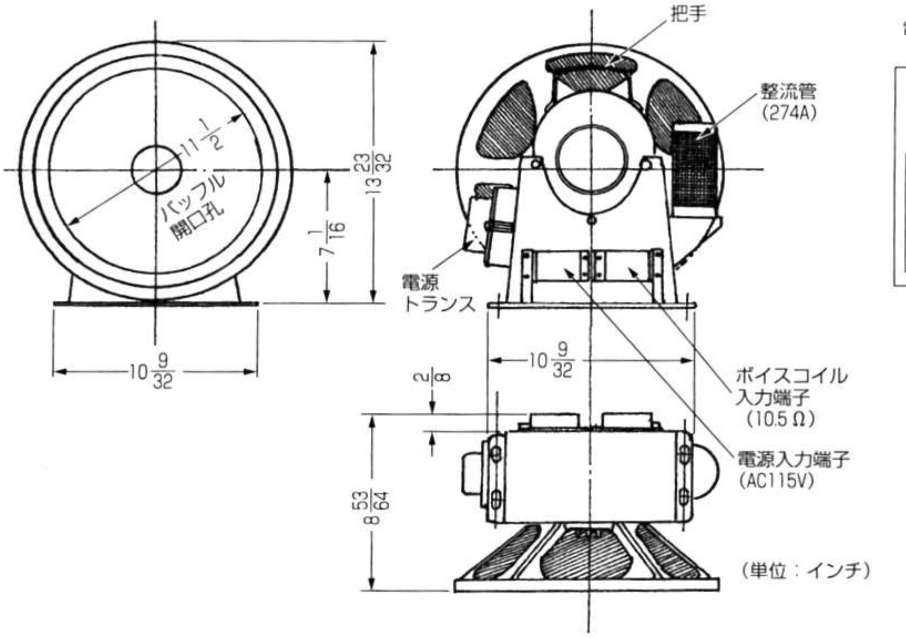
(2) 低音用スピーカーの種類と概略仕様

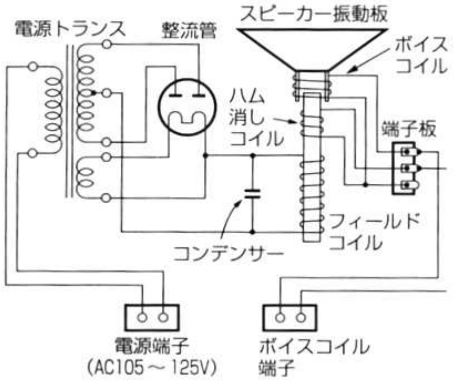
低音用スピーカーユニットは，2種類の口径（12インチと13インチ）と，フィールドコイルの励磁方式（AC型とDC型）で分類されます．その種類は**表1**に示す通りで，TA-4151型とTA-4151A型，TA-4153とTA-4153Aの違いはコーン紙の振動板の改良によるもので，型は同じです.

その個々の概略寸法図と接続図を**図11～14**に示します．なぜこのように4種類の低音用を設定したかは不明ですが，メインはTA-4151(A)型が使用されたようです．このスピーカーユニットは，ジェンセンからOEM調達されたといわれています.

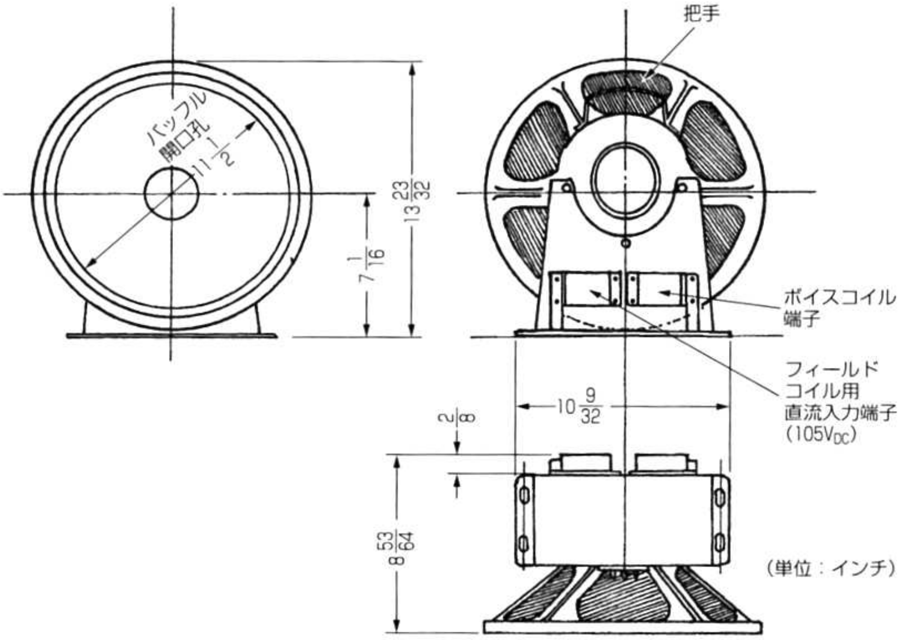
(3) 低音用バッフル板の種類と概略仕様

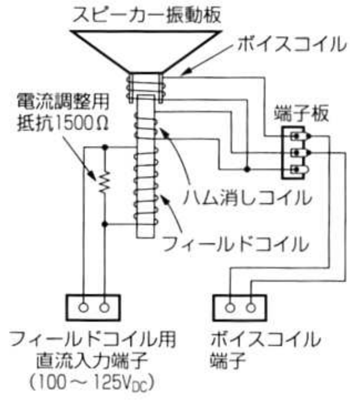
低音用バッフル板は，低域の再生限界50Hzを狙っ



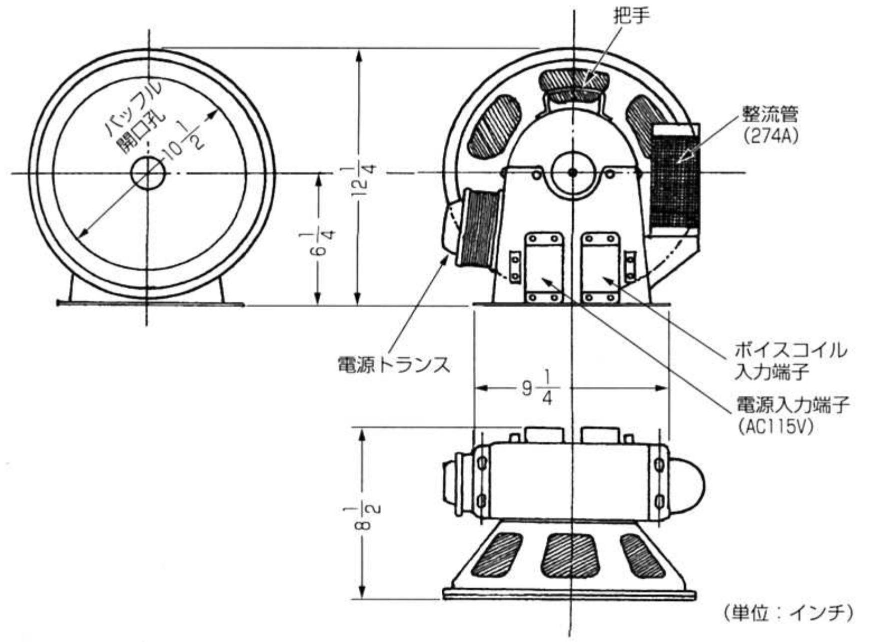


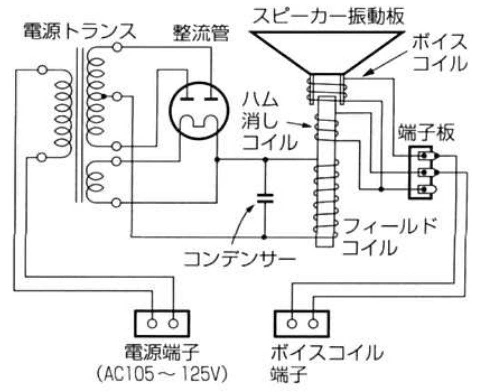
[図11] 口径13インチのTA-4151型(AC型)低音用スピーカーの概略寸法と電気系回路図



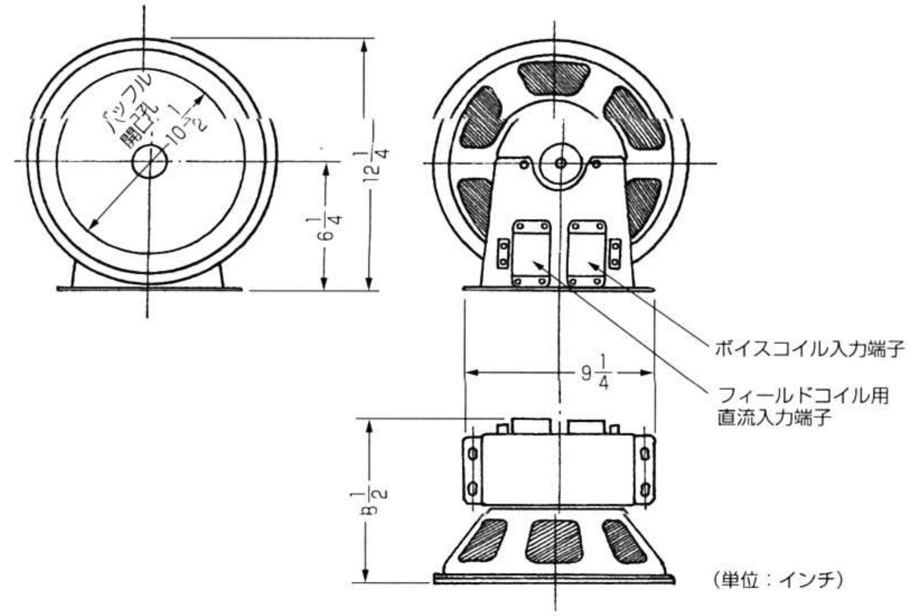


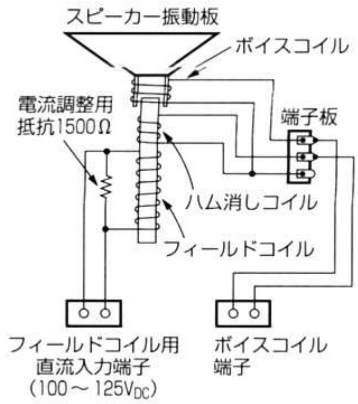
[図12] 口径13インチのTA-4153型(DC型)低音用スピーカーの概略寸法と電気系回路図





［図13］ 口径12インチのTA-4165型（AC型）低音用スピーカーの概略寸法と電気系回路図





［図14］ 口径12インチのTA-4166型（DC型） 低音用スピーカーの概略寸法と電気系回路図

たもので，幅は132インチ（335.3mm）のフラットバッフル板です．このバッフル板に1個から6個の低音用スピーカーが搭載できる，それぞれ異なった製品が用意されました．

バッフル板の種類の概略仕様は**表2**に示すように5種類あります．**図15～19**はそれぞれの形状と概略寸法図で，部品番号で区別されています．これらのバッフル板には補強桟が綿密に分散配置して取り付けられていますが，この図では補強桟は省略しました．

ASO-3863型およびASO-3891型は，高音用の597型（597-A型）スピーカーが取り付けられるようになっています．

(4) 高音用スピーカーの種類と概略仕様

高音用スピーカー596型と597型（**写真6**）はホーン型で，基本的な構造寸法を**図20**に示します．

型名の違いは取り付け構造と，フィールドコイルの励磁電圧によって区別されています．**図21**はこの区分された種類と概略仕様で，型名別に仕様が異なっています．このため注意深く型名を確認しなければ誤った使用方法になりやすいものです．

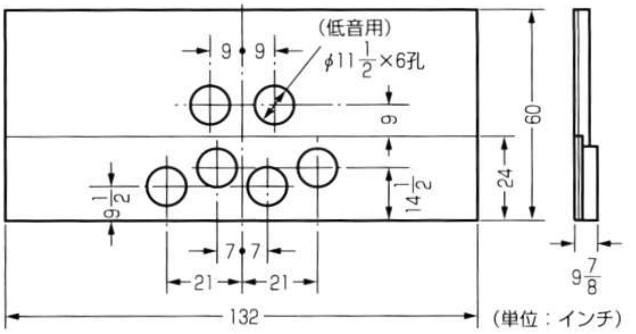
当時の高音用スピーカーの再生周波数特性の傾向は**図22**に示す通りで，受け持ち再生帯域はほぼ3000Hzから約10000Hzとなっています．

帯域分割用ネットワークの概略仕様

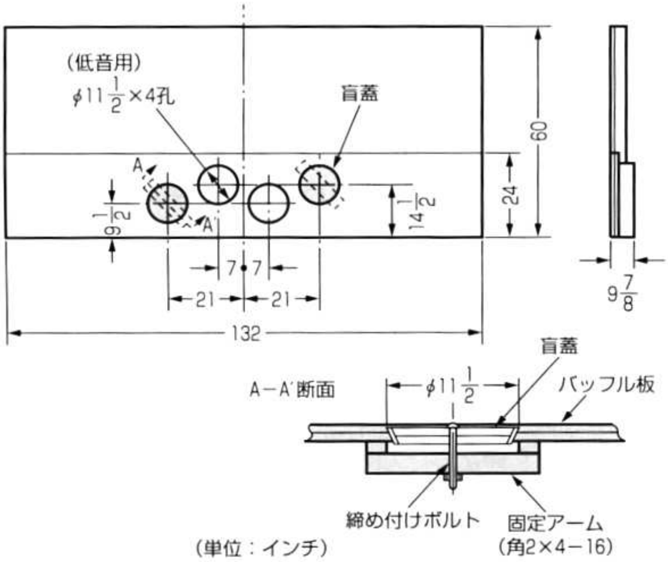
3ウエイスピーカーシステム用ネットワークにはTA-7257型（**写真7**）があります．クロスオーバー周波数は300Hzと3000Hzで，－6dB/octの減衰特性となっており，**図23**に示すような電気的特性で，周波数

［表2］低音用バッフル板の種類と概略仕様

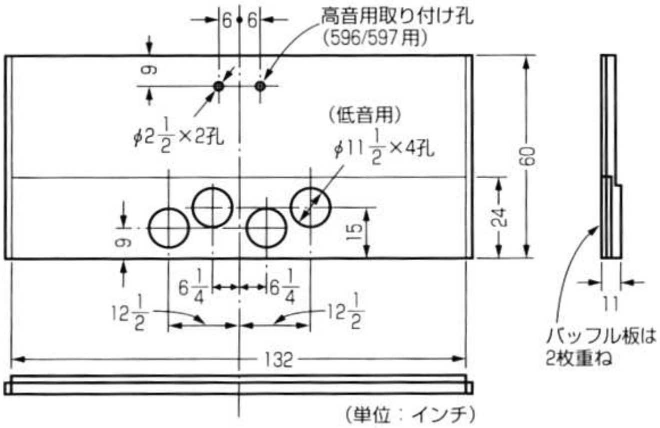
バッフル板の部品番号	搭載スピーカー		外形寸法〔インチ〕		備考
	型名	数量	幅	高さ	
ASO-6436	TA-4151	6	132	60	
ASO-6435	TA-4151	4	132	60	
ASO-3863	TA-4151 TA-4151またはTA-4153	4 2	132	60	597-A(2)付き
ASO-6341	TA-4165	2/1	60	96	597-A(1)付き
ASO-3891	TA-4151	2	96	96	



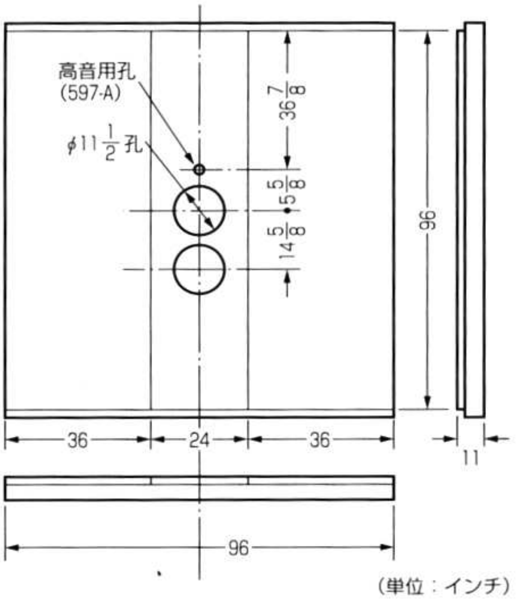
［図15］ワイドレンジ用ASO-6436型低音用バッフル板の形状と寸法図



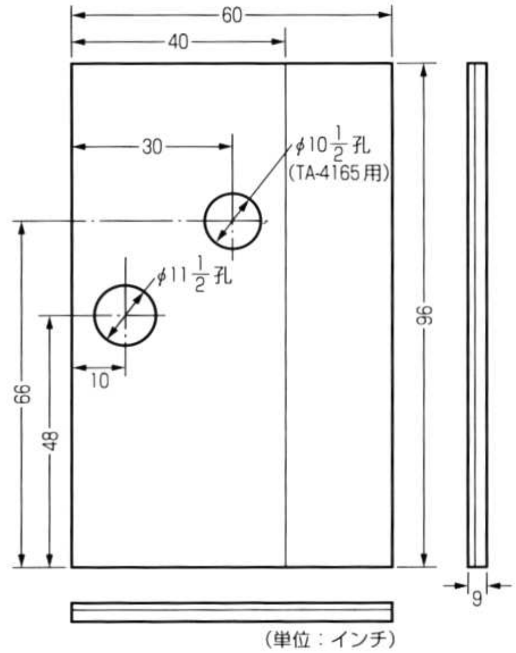
［図16］ワイドレンジ用ASO-6435型低音用バッフル板の形状と寸法図



［図17］ワイドレンジ用ASO-3863型低音用バッフル板の形状と寸法図



［図18］ワイドレンジ用ASO-3891型低音用バッフル板の形状と寸法図

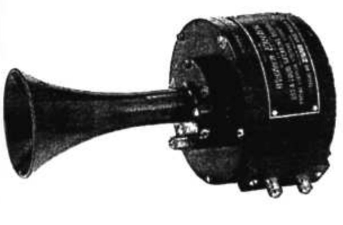


［図19］ワイドレンジ用ASO-6341型低音用バッフル板の形状と寸法図

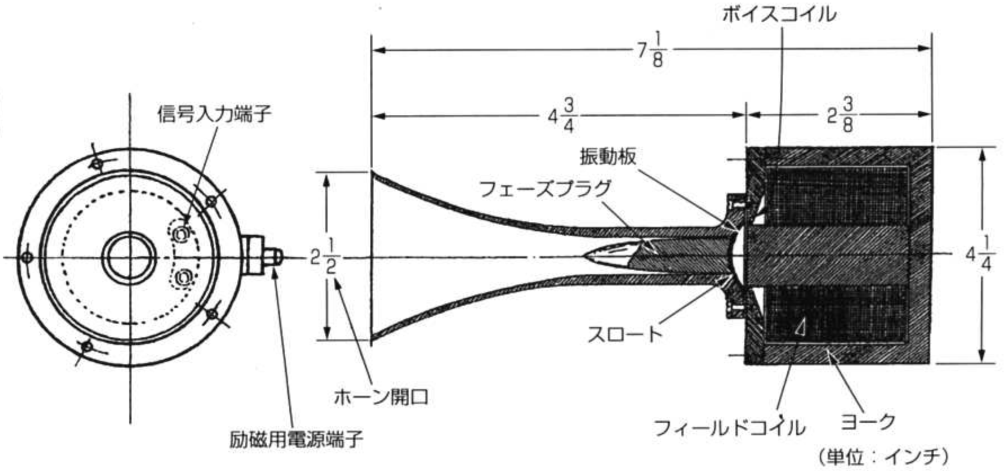
帯域を分割しています．ネットワーク回路は**図24**に示すように中音域は低音カットがなく，高音域にトラップ回路が仕組まれた特徴あるものです．ほかにTA-7284型とTA-7297型が3ウエイ用としてあります．

駆動用アンプの概要

スピーカーシステムの駆動用アンプは，1928年に開発され使用実績のある41-A型電圧増幅器と，42-A型電力増幅器および43-A型ブースター増幅器が使用されました．当時のままの書き方で概略の回路図を

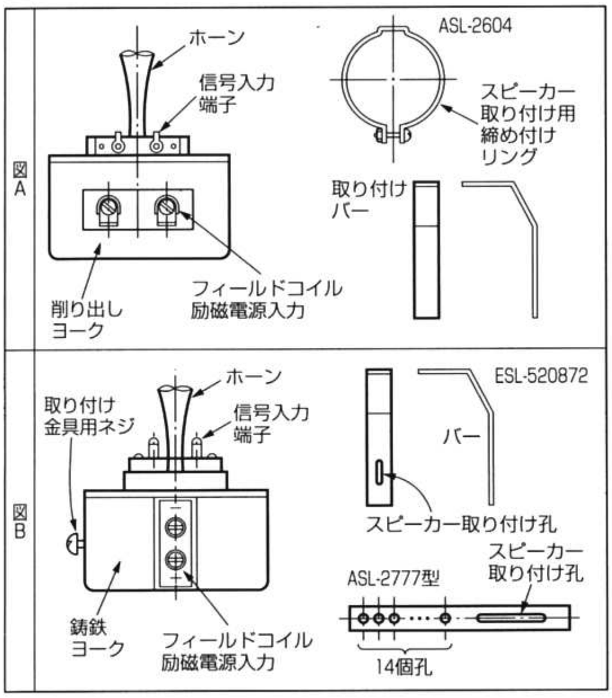


[写真6] 高音用597-A型スピーカー

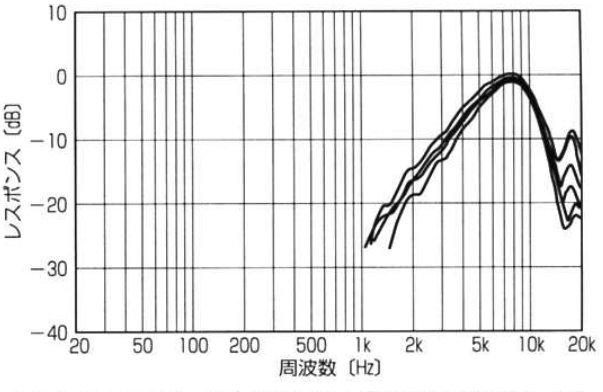


[図20] 高音用スピーカー597-A型の概略構造寸法図

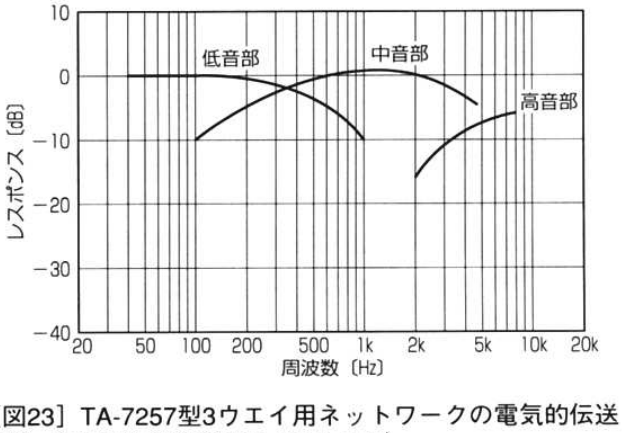
型名	概略構造	励磁電源		最大入力〔W〕	ボイスコイルインピーダンス〔Ω〕
		電圧〔V〕	電流〔A〕		
596A	図A	7	1.06	6	20
596B		24	0.285	6	20
A596A		75	0.1	6	20
597A	図B	7	1.06	6	20
597B		24	0.285	6	20
A597A		75	0.1	6	20



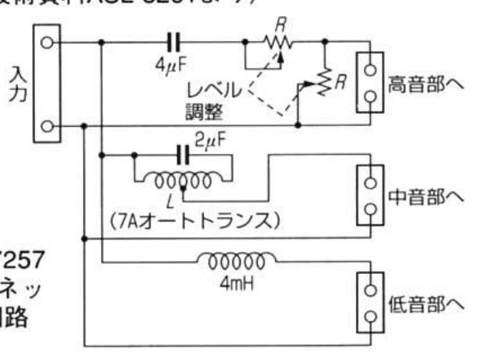
[図21] 高音用596/597型スピーカーの種類と概略仕様



[図22] 高音用597-A型単独の再生周波数特性傾向（ホーン開口正面軸上50cm，筆者実測）



[図23] TA-7257型3ウエイ用ネットワークの電気的伝送特性（EPRI技術資料ASL-8261より）



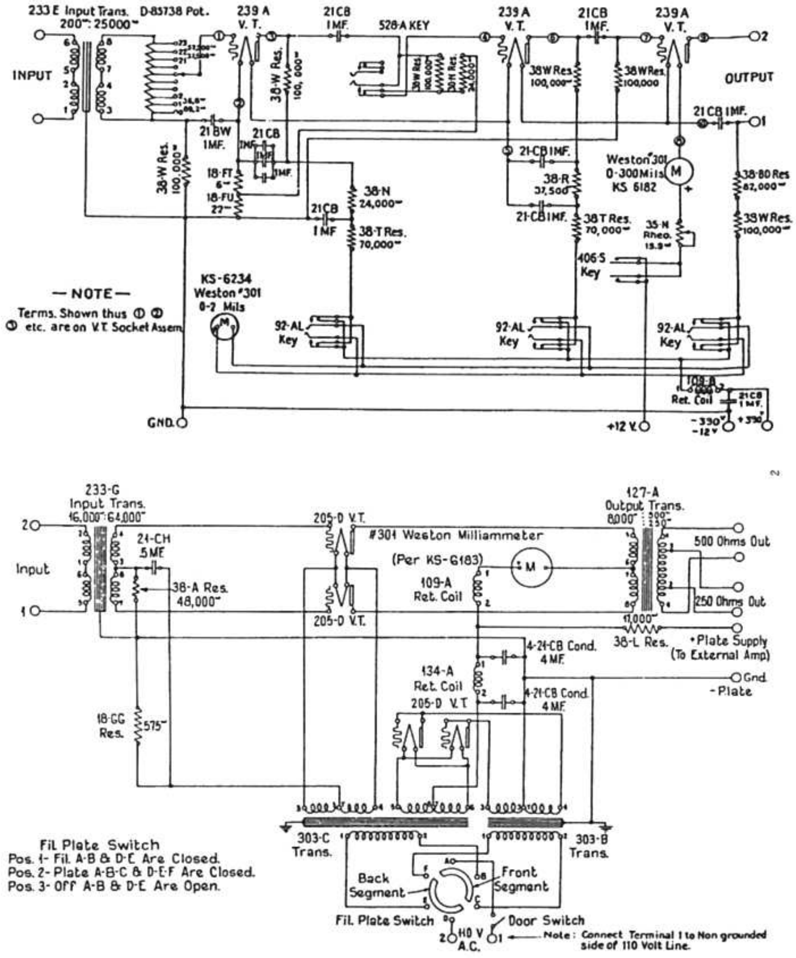
[図24] TA-7257型3ウエイ用ネットワークの回路

図25に示します．

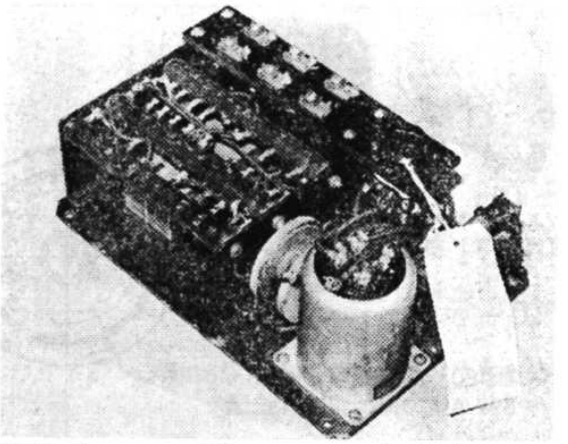
41-A型と42-A型を組み合せた出力は1.9W，さらにこの出力を43-A型でブーストした場合の出力は9.5Wです．1933年の後期ワイドレンジサウンドシステム用では43型を改良した43-B型になり，出力が24Wに強化されています．ほかにも46型，47型が新規に登場してきました．

スピーカー用電磁石の励磁電源の概要

ワイドレンジスピーカーシステムに使用している中音用と高音用は，フィールドコイル型のため直流電流を供給して励磁する必要があります．この直流を供給する電源には代表的なものとしてTA-7276型



[図25] WEのスピーカー駆動アンプ41-A型と42-A型の回路
（渡邊直樹『ウエスタンエレクトリック研究』1992年，誠文堂新光社）



[写真7] TA-7257型ネットワーク（八島誠氏蔵，本誌1982年7月号）

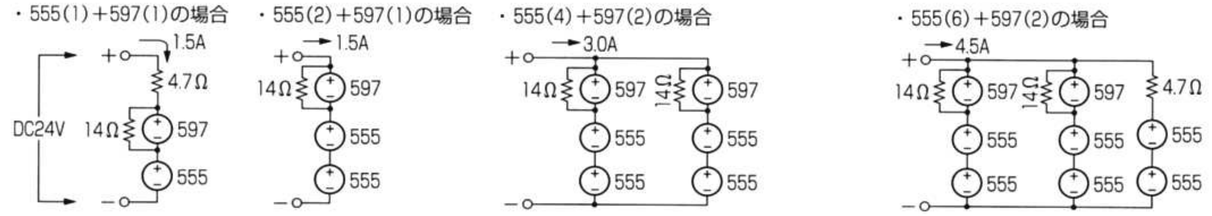
パワーユニットがあります．これは増幅器などへの電源の供給も兼ねており，スピーカーのフィールド用にはDC24V（最大4.5A）が供給されます．

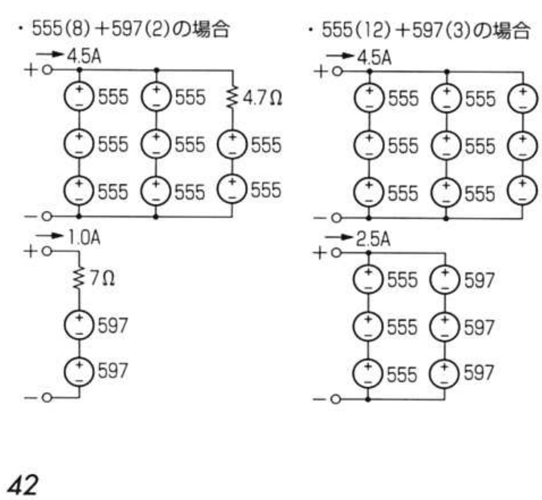
555（W）型は7V/1.5A，597-A型は7V/1.0Aで，この電圧を各ユニットに配分するためには，その接続を**図26**に示すように電流が定格値を充たすように抵抗で分流するなど，やや複雑な回路構成になっています．また，フィールドコイルに流れる電流の方向によってスピーカーの極性が反転するため，極性を合わせた結線が必要になります．

ほかに，電圧DC18Vのパワーユニットの場合や蓄電池からの24Vや12Vの供給の場合もあり，接続方法が変わってきます．

低音用のフィールドコイルの励磁方法は，外部から直流電流を供給してもらうDC型がありましたが，スピーカー自身に励磁回路を持ったAC型が多く使用され，直接交流電源115Vの供給で各スピーカーは独立した整流回路で励磁しています．

（次号に続く）





[図26] 各スピーカーユニットに供給するフィールド電流の接続例（TA-7276型直流電源装置よりDC24Vが供給された場合）