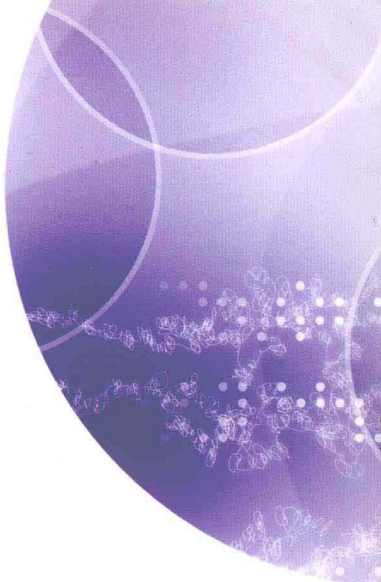
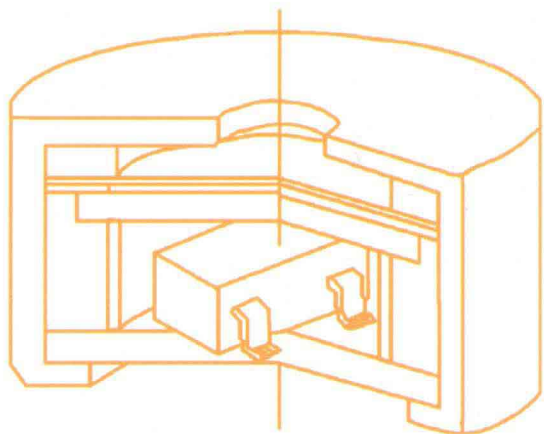




吴宗汉 李 铠 林朝阳◎编著

实用微型ECM 研制技术

SHIYONG WEIXING ECM YANZHI JISHU



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

实用微型 ECM 研制技术

◆ 吴宗汉 李铠 林朝阳 编著

SE 东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

内 容 简 介

在《微型驻极体传声器的设计》一书出版后,有不少读者,尤其是工作在研制微型驻极体传声器一线的工程技术人员,向编者提出了一些有关微型 ECM 研制中更为具体、更为深入的问题,并希望编者能再作些进一步的讨论,为此编者将为相关人员答疑、解惑及做讲座的内容,汇编、整理出版了本书。本书共分四章,分别为:实用 ECM 设计的讨论、实用 ECM 生产技术的讨论、实用 ECM 测量的讨论、相关配合的讨论及标准。本书对正在研制微型驻极体传声器一线的工程技术人员、使用微型驻极体传声器的工程技术人员,以及高校中电声专业、通信专业和相关专业的高年级学生、研究生有直接的指导意义。同时,也适用于有兴趣讨论微型驻极体传声器的人员。

图书在版编目(CIP)数据

实用微型 ECM 研制技术 / 吴宗汉, 李铠, 林朝阳编著.

—南京: 东南大学出版社, 2012. 12

ISBN 978-7-5641-3844-8

I. ①实… II. ①吴… ②李… ③林… III. ①电驻极体—研究 IV. ①TM278.14

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 251953 号

实用微型 ECM 研制技术

出版发行 东南大学出版社
社 址 南京市玄武区四牌楼 2 号
网 址 <http://www.seupress.com>
出 版 人 江建中
责任编辑 姜晓乐(seupresselec@gmail.com)
经 销 全国各地新华书店
印 刷 南京京新印刷厂

开 本 700 mm×1000 mm 1/16
印 张 10.25
字 数 195 千字
版 印 次 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷
书 号 978-7-5641-3844-8
定 价 29.80 元

(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025-83791830)

前 言

关于 ECM 的设计、生产和测量,在我的书(《微型驻极体传声器的设计》)中有较详细的讨论,该书出版后,有不少读者,尤其是工作在研制微型驻极体传声器一线的工程技术人员,向我提出了一些更为具体、更为深入的问题,并希望编者再能作些进一步的讨论,为帮助生产一线的工程技术人员能更好地做好微型驻极体传声器的研制工作,本书旨在对 ECM 设计、生产和测量中的一些受大家关心的具体问题,再作深入的讨论。本次讨论拟分三大部分,即:实用 ECM 设计的讨论;实用 ECM 生产技术的讨论;实用 ECM 测量的讨论等内容。另外,参考了互联网上的资料,补充了一些作为一个器件的微型驻极体传声器,与其他器件在整机中的相互配合的相关特性的讨论,和与微型驻极体传声器的应用有关的相关技术标准。书中的内容曾作为讲座内容,在美特科技(苏州)有限公司、美律电子(深圳)有限公司、东莞勤增实业有限公司讲解过,后来又在新厚泰公司和林朝阳总经理、李铠副总经理一起完成了全书的编写和修订工作。

本书写作中得到了很多专家、一线技术人员及相关企业领导的支持和帮助,在此特表感谢。他们是:

美特科技(苏州)有限公司的林淑君总经理、李谋旦副总经理、徐世和副总经理,见美律电子(深圳)有限公司的林士杰总经理、何鸿钧副总经理、张胜坤资深经理、林毓伦经理以及曾洋飞工程师、陈辉棠科长,东莞勤增实业有限公司的郎克勤总裁、罗旭辉总经理、赵建华经理、陈虎工程师,多美科技的蒙圣杰总经理,深圳华玮旭公司的张伟总经理、蒋春华副总经理,豪恩声学的温志锋、朱纪文、朱彪、欧阳小禾等工程师及王超主任等,南京大学声学研究所的林清波教授,南京航空航天大学的林玮副教授,深圳市电子学会的夏俊秘书长等。

吴宗汉

2011 年辛卯岁首于石头城六朝松下

CONTENTS 目 录

1 实用 ECM 设计的讨论	(1)
1.1 力—声—电模拟等效及参数计算	(1)
1.2 振膜的设计	(9)
1.3 背极的设计	(20)
1.4 PCB 板的设计	(21)
1.5 J-FET 的设计	(21)
1.6 外壳与涂层的设计	(23)
1.7 垫圈的设计	(28)
1.8 连接线的设计	(28)
1.9 ECM 的优化设计实验	(32)
1.10 改进结构设计的原则和实例	(35)
2 实用 ECM 生产技术的讨论	(44)
2.1 ECM 的工作原理及结构	(44)
2.2 ECM 各部件的制造	(47)
2.3 ECM 零件常见缺陷的分析	(81)
2.4 生产对设备和作业者的要求	(85)
2.5 MEMS 传声器的工作原理及结构、封装	(101)

3 实用 ECM 测量的讨论	(107)
3.1 传声器性能的重要特性参量	(107)
3.2 测量传声器的校准	(107)
3.3 ECM 特性的测量	(111)
4 相关配合的讨论及标准	(130)
4.1 相关配合的讨论	(130)
4.2 相关的标准	(141)
参考文献	(156)

1 实用 ECM 设计的讨论

1.1 力—声—电模拟等效及参数计算

我们熟知的力—声—电模拟等效模型是从力学中具有一定质量的物体受弹性力作用的模型开始讨论的,如图 1.1 所示的系统可用相应的等效模型描述(如图 1.2)。

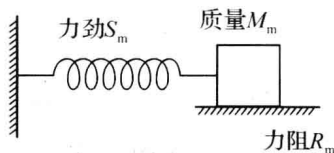


图 1.1 等效模型系统

从基础力学理论可知:

由牛顿第二定律: $F = ma = m \frac{d^2x}{dt^2}$

$$M_m \frac{d^2x}{dt^2} + R_m \frac{dx}{dt} + S_m x = F \cos \omega t$$

或 $M_m \frac{dv}{dt} + R_m v + S_m \int v dt = F \cos \omega t$

计算可得: $v = \frac{F}{R_m + j(\omega M_m - S_m/\omega)} = \frac{F}{Z_m} \text{ (m/s)}$

$$F_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{S_m}{M_m}}$$

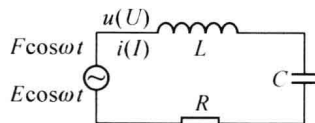


图 1.2 等效电学模型

上述各式中带有角标“m”的量表示该量为力学量,如:力阻、力劲、(力学)质量等。从基础声学的理论又可知:

该系统可用一个简单的声学共振系统——亥姆霍茨共振器来描述(图 1.3)。所谓亥姆霍茨共振器是一个由截面积为 S , 长为 l 的管子和体积为 V 的空腔连通而成。它也可用相应的等效电学模型描述(如图 1.4)。

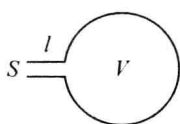


图 1.3 亥姆霍茨共振器模型

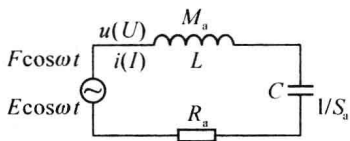


图 1.4 亥姆霍茨共振器等效电学模型

$$M_a \frac{du}{dt} + R_a u + S_a \int u dt = P \cos \omega t$$

上式中带有角标“a”的量表示该量为声学量,如:声阻、声容、声质量等,其中 u 为瞬时体积速度, U 为体积速度。则:

$$U = \frac{P}{R_a + j(\omega M_a - S_a/\omega)} = \frac{P}{Z_a}$$

$$F_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{S_a}{M_a}}$$

若将电—力—声的相应参量进行比较,则结果如表 1.1 所示。

表 1.1 参量比较表

电		力		声	
电压	E	力	F	声压	P
电流	I	速度	v	体积速度	U
阻抗	Z	力阻抗	Z_m	声阻抗	Z_a
电阻	R	力阻	R_m	声阻	R_a
电感	L	质量	M_m	声质量	M_a
电容	C	力顺	C_m	声顺	C_a
电容倒数	$1/C$	力劲	$1/C_m$	声劲	$1/C_a = S_a$
$E = ZI$		$F_m = Z_m v$		$P = Z_a U$	
$Z = j\omega L$		$Z_m = j\omega M_m$		$Z_a = j\omega M_a$	
$Z = 1/j\omega C$		$Z_m = S_m/j\omega$		$Z_a = S_a/j\omega$	

驻极体电容传声器(ECM)可简化等效为下列线路。由图 1.5 化简为图 1.6,再把图 1.6 化简并计算,得到图 1.7。

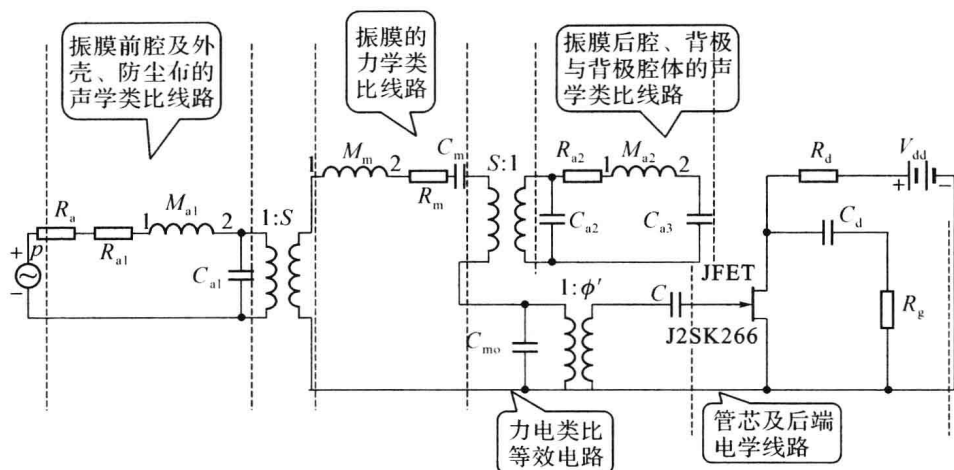


图 1.5 ECM 的等效电路图

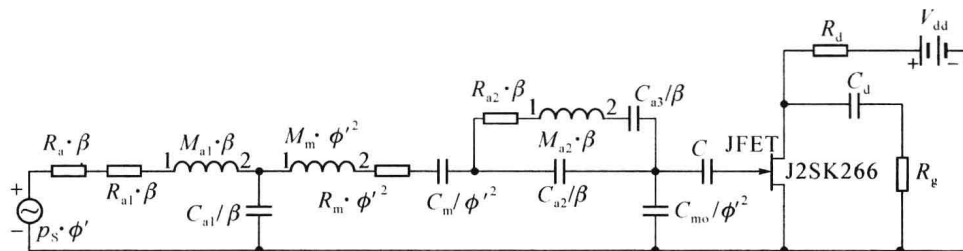


图 1.6 由图 1.5 化简的 ECM 的等效电路图

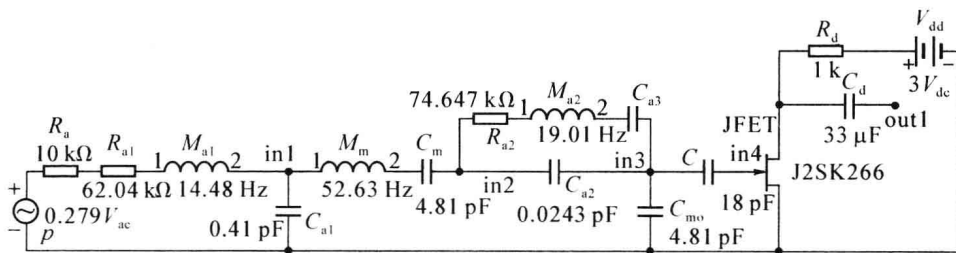


图 1.7 由图 1.6 化简并计算后得到的 ECM 的等效电路图

图 1.8(a)~(d)是改变相应参数作出的图。

图 1.8(a)是改变 C_{a1} 的数值得到的图形。

图 1.8(b)是改变 C 的数值得到的图形。

图 1.8(c)是改变 R_a 的数值得到的图形。

图 1.8(d)是改变 M_{a1} 的数值得到的图形。

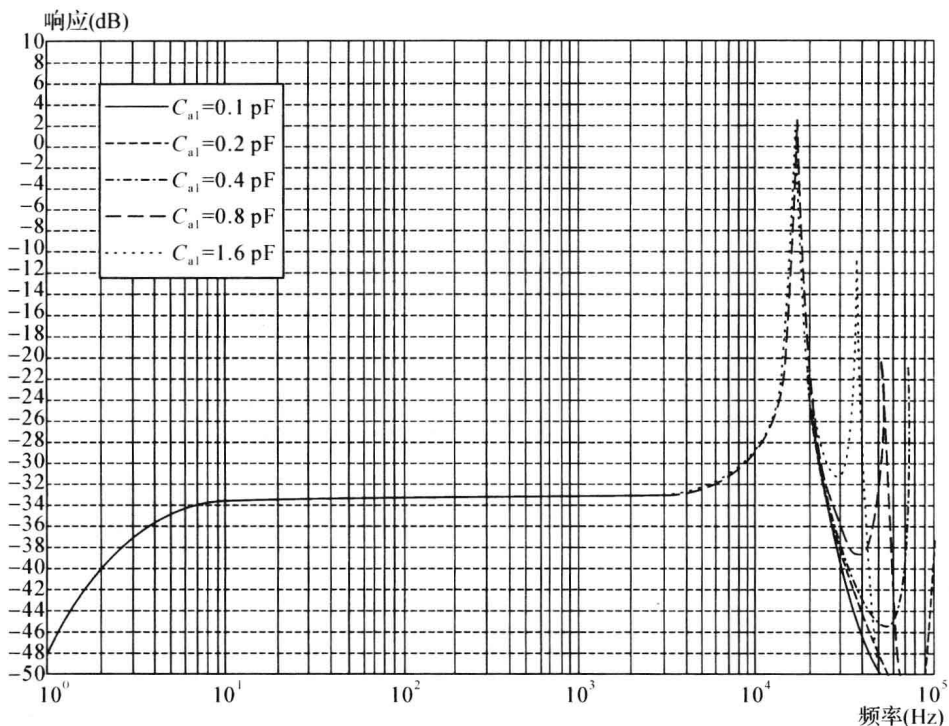


图 1.8(a) 改变 C_{a1} 的数值得到的图形

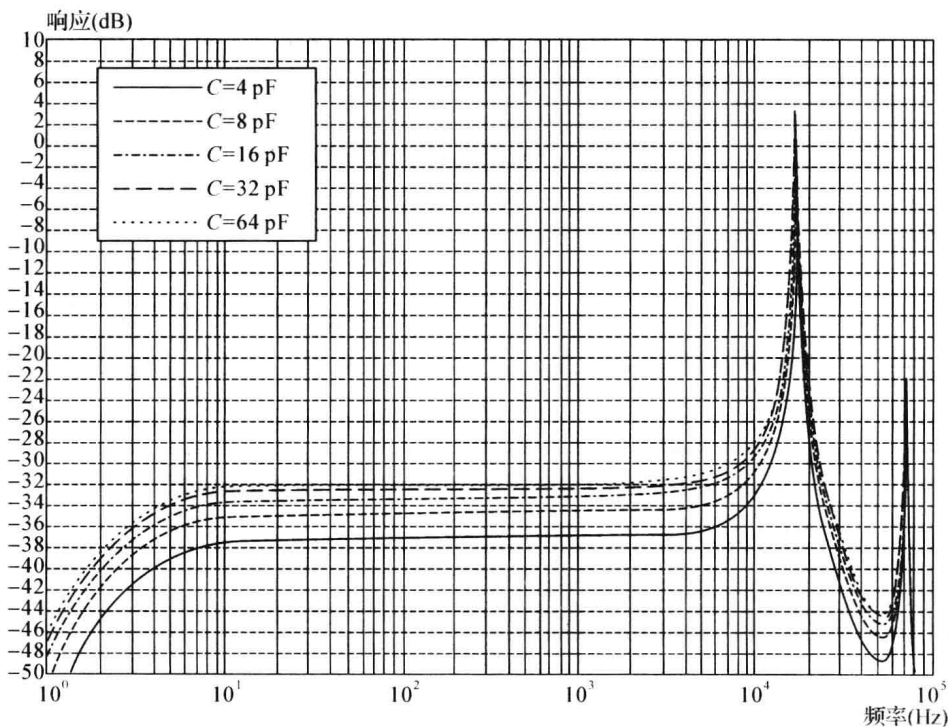
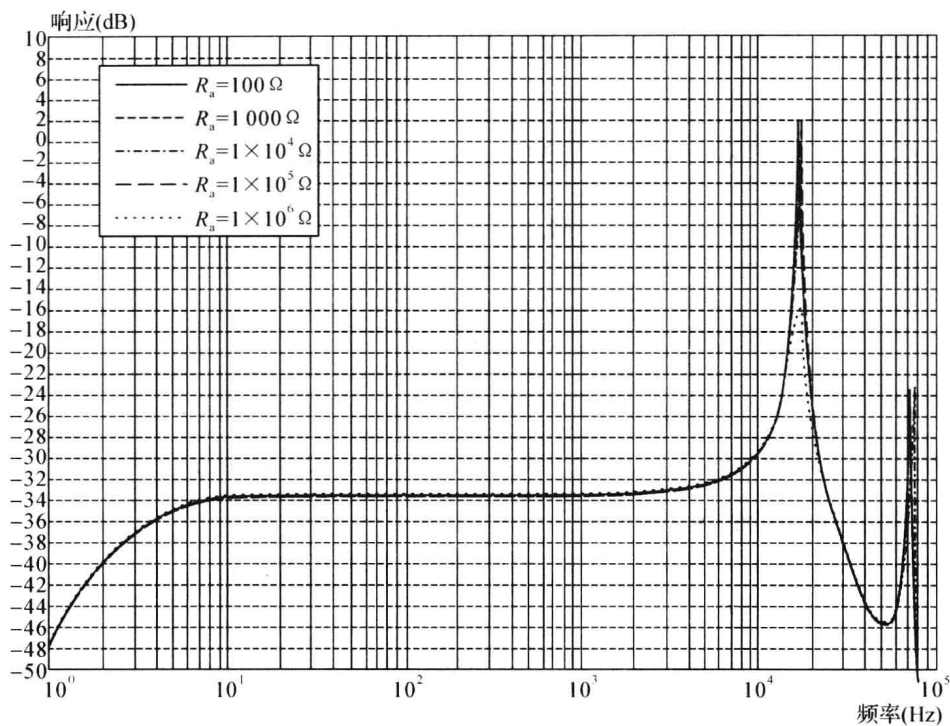
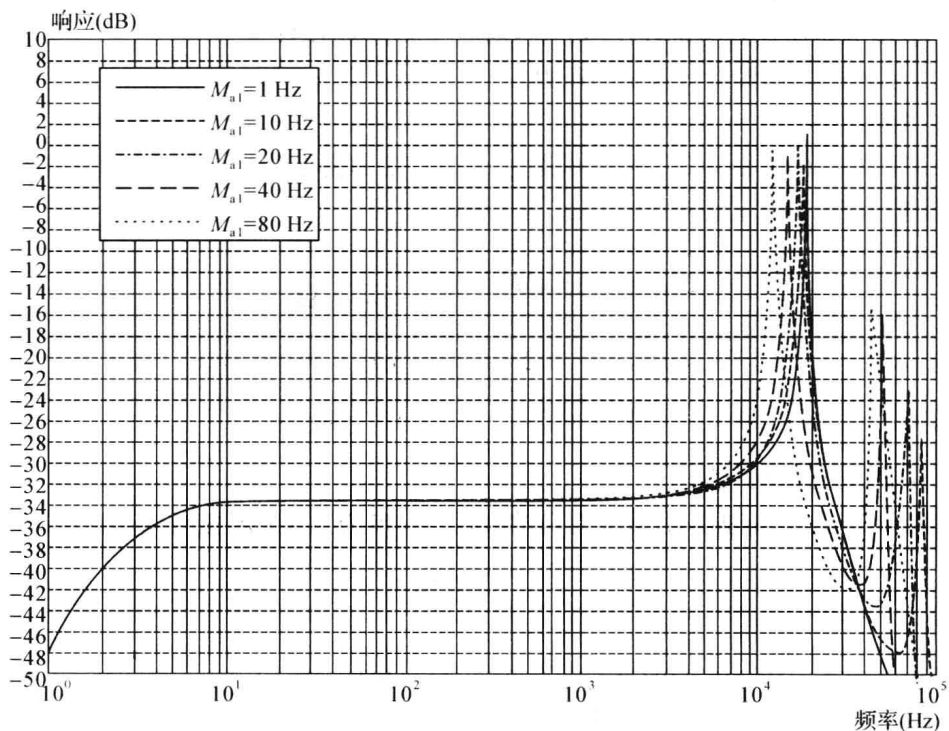


图 1.8(b) 改变 C 的数值得到的图形

图 1.8(c) 改变 R_a 的数值得到的图形图 1.8(d) 改变 M_{a1} 的数值得到的图形

下面我们分别对一款 ECM 进行各参量的计算。

1. 外壳

若有一 ECM, 其外壳有 N_1 个圆孔, ρ 为空气密度, d_1 为孔内径, μ 为黏滞系数, L_1 为外壳厚度, ω 为角频率, 则其声质量 M_{a1} 、声阻 R_{a1} 分别为:

$$M_{a1} = \frac{4}{N_1} \frac{\rho L_1}{\pi d_1^2}$$

$$R_{a1} = \frac{8}{N_1} \frac{\rho \sqrt{2\alpha\mu}}{\pi d_1^2} \left[\frac{L_1}{d_1} + 1 \right]$$

例: $N_1 = 7, d_1 = 6.00 \times 10^{-4}(\text{m}), L_1 = 3.0 \times 10^{-4}(\text{m})$

求得: $M_{a1} = 185.68(\text{kg} \cdot \text{m}^{-4}) \quad R_{a1} = 7.9554 \times 10^5(\text{kg} \cdot \text{m}^{-4} \text{s}^{-1})$

2. 外壳与振膜的腔体

若该 ECM 的膜环厚度为 L_2 , 内径为 d_2 , 则声容 C_{a1} 应为:

$$C_{a1} = \frac{\pi d_2^2 L_2}{4\nu P_0}$$

例: $L_2 = 4.00 \times 10^{-4}(\text{m}), d_2 = 3.80 \times 10^{-3}(\text{m})$

求得: $C_{a1} = 3.20 \times 10^{-14}(\text{kg}^{-1} \text{m}^4 \text{s}^2)$

式中: ν 为定压比热与定容比热之比, 对空气而言为 1.4;

P_0 为静压力, 即没有声波时的压力。

3. 振膜

振膜面对应的直径为 d_2 , 振膜厚度为 d (m), 膜的密度为 ρ_0 (kg/m^3), 谐振频率为 f_0 , 力质量为 M_m (kg), 力顺为 C_m ($\text{kg}^{-1} \text{s}^2$), 则:

$$M_m = \frac{1}{4} \pi \rho_0 d d_2^2 \quad C_m = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 M_m}$$

例: $d_2 = 3.80 \times 10^{-3}(\text{m}), d = 1.25 \times 10^{-5}(\text{m}), f_0 = 10 \text{ kHz}$

求得: $M_m = 7.80 \times 10^{-8}(\text{kg}), C_m = 3.25 \times 10^{-3}(\text{kg}^{-1} \text{s}^2)$

4. 振膜与背极间气隙

绝缘片内径为 d_3 (振膜有效面对应的直径), 厚度为 L_3 , 则声容 C_{a2} 应为:

$$C_{a2} = \frac{\pi d_3^2 L_3}{4\nu P_0}$$

例: $d_3 = 3.70 \times 10^{-3}(\text{m}), L_3 = 2.50 \times 10^{-5}(\text{m})$

求得: $C_{a2} = 1.8949 \times 10^{-15}(\text{kg}^{-1} \text{m}^4 \text{s}^2)$

5. 背极

背极厚度为 L_b , 背极小孔数为 N_2 , 小孔内径为 d_b , 则其声质量 M_{a2} 、声阻 R_{a2} 分别为:

$$M_{a2} = \frac{4}{N_2} \frac{\rho L_b}{\pi d_b^2}, R_{a2} = \frac{8}{N_2} \frac{\rho \sqrt{2\omega\eta}}{\pi d_b^2} \left(\frac{L_b}{d_b} + 1 \right)$$

6. 背极后腔体

铜环厚度为 L_4 , 后腔体内径为 d_4 , 管芯和电容总面积为 W_c , 后腔体容积为 W , 则声容 C_{a3} 为:

$$C_{a3} = \frac{W}{\nu P_0} = \frac{\pi d_4^2 L_4 - 4W_c}{\nu P_0}$$

例: $L_4 = 1.10 \times 10^{-3}(\text{m})$, $d_4 = 4.36 \times 10^{-3}(\text{m})$, $W_c = 7.90 \times 10^{-10}(\text{m}^3)$

求得: $C_{a3} = 1.1015 \times 10^{-13}(\text{kg}^{-1}\text{m}^4\text{s}^2)$

7. 变化因子

我们在讨论 U 、 V 时, 会看到在振膜的前后方是会有变化的, 因而, 我们必须讨论这个变化的影响因素, 这就要讨论变化因子。在机械系统与声音系统混合的情况下, 声音系统可按声阻抗做等效电路, 当它作为面积为 S 的振膜负载时, 通常以 $S:1$ 的理想变压器与振膜的等效电路相连接进行研究。

$$S = \frac{1}{4} \pi d_3^2$$

$$C_e = \frac{\epsilon_0 \epsilon \pi d_3^2}{4(d + \epsilon L_3)}$$

$$\Phi = -\frac{EC_e}{L_3} \quad \Phi' = -\frac{EC_m}{L_3}$$

$$\beta = (S\Phi')^2$$

$$C = \frac{C_e}{1 - E^2 C_e C_m} = \frac{C_e}{1 - \Phi \times \Phi'}$$

例: 振膜有效直径 $d_3 = 3.70 \times 10^{-3}(\text{m})$ 绝缘片厚度 $L_3 = 2.50 \times 10^{-5}(\text{m})$

振膜厚度 $d = 1.25 \times 10^{-7}(\text{m})$

极化电位 $E = 200(\text{V})$

有效面积 $S = 1.08 \times 10^{-5}(\text{m}^2)$

极头电容 $C_e = 3.80 \times 10^{-12}(\text{m}^{-1}\text{s}^{-2})$

力电因子 $\Phi = 3.04 \times 10^{-5}$

力声因子 $\Phi' = 2.60 \times 10^4$

$\beta = 7.80 \times 10^{-2}$

等效电容 $C = 1.80 \times 10^{-11}(\text{m}^{-1}\text{s}^{-2})$

分析微传声器的动态特性的普遍方法是: 先用一个模拟电路把声音系统描述出来, 然后再计算它的频响。具体来说, 用电压源模拟声压, 用电流源模拟声流, 而声学系统

的特性,如:声质量、声阻和声容则分别由电感、电阻和电容来表示。

在一般的模型中,对 $R_r(\omega)$,即声辐射到周围媒质时所受到的阻力则讨论不多。

$$R_r(\omega) = \frac{\rho_0 L^4 \omega^2}{2\pi C}$$

式中: ρ_0 为空气密度; L 为正方形膜的边长; C 为声速。

若有 Si 基 Mic 振膜为正方形(边长为 L),振膜厚度为 h_d ,背极厚度为 h_b ,背极板上方形孔边长为 $2a$,两声孔中心距为 b ,振膜密度为 ρ_d , η 是黏滞系数, h_a 是气隙高度。其电路模型如图 1.9。

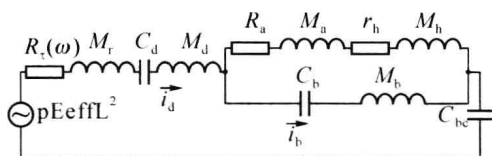


图 1.9 Si 基 Mic 电路模型

该模型为 MEMS 技术制备高性能电容微传声器提供了理论基础。

声辐射到周围媒质所受到的阻力 $R_r(\omega) = \frac{\rho_0 L^4 \omega^2}{2\pi C}$

声膜附件与声膜同相振动空气的质量 $M_r(\omega) = \frac{2.67L^3 \rho_0}{\pi \sqrt{\pi}}$

声膜的声容 $C_d = \frac{1}{30\sigma_d h_d}$

背极的声容 $C_b = \frac{1}{30\sigma_d h_d \sqrt{1 - \frac{4a^2}{b^2}}}$

声膜的声质量 $M_d = \rho_d h_d L^2$

背极的声质量 $M_b = 30\rho_d h_d L^2 \sqrt{1 - \frac{4a^2}{b^2}}$

声膜、背极间空气流声阻 $R_a = \frac{1.22\eta\pi L^2 h^2}{h_a^3} B$

声膜、背极间空气流声质量 $M_a = \frac{1.22\eta\pi L^2 h^2}{h_a} B$

[式中: $B = \frac{1}{4} \ln\left(\frac{0.160a^2}{b^2}\right) - \frac{3}{8} + 3.133 \frac{a^2}{b^2} - 4.907 \frac{a^4}{b^4}$]

背极上孔的声阻 $R_h = \frac{12\eta \ln L^2}{b^2}$

背极上孔的声质量 $M_a = \frac{24\rho_0 h_b a^2 L^2}{b^2}$

背极室空气因有动态质量而有的声容 $C_{bc} = \frac{V}{\rho_0 C^2 L^4}$ (V 为背极室体积)

1.2 振膜的设计

振膜的设计要考虑到灵敏度、振膜面积、振膜张力、振膜间距、极化电位、背极腔体积等。

1. 灵敏度的表示方式

灵敏度 = $\frac{\text{开路电压峰值}}{\text{入射声压}}$

用符号表示为: $S_{\text{灵}} = \frac{V_s \frac{\epsilon}{L + \epsilon l} l_m}{p}$

式中: $L = p\delta/p_0$, p_0 为大气压强, p 为声压, δ 为空气腔有效厚度。

$$\omega_r = \left(\frac{p_0}{M} \delta \right)^{\frac{1}{2}} \rightarrow \delta = \frac{p_0}{M \omega_r^2} \rightarrow \frac{1}{\omega_r^2} = \frac{p_0}{M \delta}$$

由灵敏度定义可知: $S_{\text{灵}} = \frac{V_s}{P_0} \frac{c\delta}{s\epsilon} = \frac{V_s}{P_0} \frac{P_0}{M \omega_r^2} \frac{1}{s} = \frac{cV_s^2}{M_0 \epsilon \omega_r^2} \rightarrow \frac{\delta \omega_r LC}{P s \epsilon \epsilon_0^2} \rightarrow \frac{\delta \epsilon V_s}{P_0 (L + \epsilon l)}$

灵敏度与 V_s 成正比;灵敏度与 C 成正比(与 S 成正比,与 d 成反比);与 M_0 成反比; ω_r^2 越大,膜绷得越紧,则灵敏度越小。

2. 振膜应力的控制

振膜应力的种类:预设应力(张力)和残留应力。

(1) 预设应力的影响

取圆形膜为例:

$$f_0 = \frac{0.382}{R} \sqrt{\frac{T}{M}}$$

若张力 T 变大,则共振频率 f_0 也变大;若膜片质量 M 变大,则共振频率 f_0 变小;若膜片半径 R 变小,则共振频率 f_0 变大。

(2) 残留应力的影响

残留应力使膜的振动时间常数变化,从而使 MIC 的相位特性变化。随着电声科技发展的不断进步,对单体电声器件一致性的要求也更加严格,特别是传声器阵列、波型传声器等,对传声器相位的要求则尤为突出,因而也促使人们更加重视传声器的相位问题。驻极体电容传声器(ECM)的相位,是指对驻极体电容传声器作用的声信号与驻极体电容传声器输出的电信号之间出现的相位不一致现象。而且对于同一批次生产的不同的驻极体电容传声器,这种相位不一致现象又有差别,这样就形成了以相同的声信号作用不同的驻极体电容传声器会出现不同的相位的现象。

为了讨论驻极体电容传声器的相位问题,本节着重讨论驻极体电容传声器的相位受振膜材料影响的问题,讨论分两大部分,第一部分是振膜的基材在生产过程中,受生产过程影响而对振膜影响的分析,第二部分是各种因素形成的应力对振膜相位影响的分析。

(1) 生产过程对振膜产生影响的分析

驻极体电容传声器所用薄膜的生产,一般与电容器用塑料薄膜的生产工艺过程类似,但使用的材质则有所不同,常用的材质有 PET、PP、PPS、FEP、PEEK 等,其镀层厚度标准是:300~400 Å,日本的 JIS 技术标准规定,幅度方向与长度方向上的设定膜层,膜厚应控制在-5%~+5%的误差范围内。电容器用塑料薄膜镀膜,走行速度为250~400 m/min,使用这样的走行速度并对蒸发源进行温度控制,这样,若以镀 Al 时镀膜材料量来说,其用量的标准是 0.2~0.3 g/sec(若以镀 Ni 来计算则为 0.435~0.65 g/sec)。

在薄塑料膜上进行物理方法的表面处理时,由于在处理过程中有凝缩潜热、离子发射、蒸发源等辐射热量的发出,使薄膜的温度上升,因而产生热劣化的现象。所谓凝缩潜热是指在向基材表面上蒸镀金属时,蒸镀金属的原子(分子)在基材表面上由蒸汽状态凝结为固态而放出热量,该热量与金属的汽化热相等,由于该热量是透过基材而消散的,因而会有热量转移存储于基材中,这就产生了所谓的凝缩潜热现象。由于作为基材的塑料薄膜其热容量小,则对于耐热性能差的材料,若不采用合适的加工处理技术,则热劣化现象是极为严重的。目前驻极体话筒所使用的薄膜,都是大型设备用连续蒸镀方法来生产的,设备运转的速度较快,若以每分钟数十米的卷带速度来考虑,则几乎都是由凝缩潜热为主要供热源来提供热量的,而其他的热源,如蒸发源的辐射等因素均可忽略不计。凝缩潜热是和金属的比重、汽化热以及金属层的膜厚成正比的,所以,金属的比重越大,金属的汽化热越大,金属层的膜厚越大,则其能提供的热量就越多,另外,作为基材的塑料薄膜,若其膜厚越小,则塑料薄膜的温升就越显著。

图 1.10 是在不用冷却滚筒冷却下聚酯(PET)镀 Al 时镀层厚度、基材厚度、薄膜温

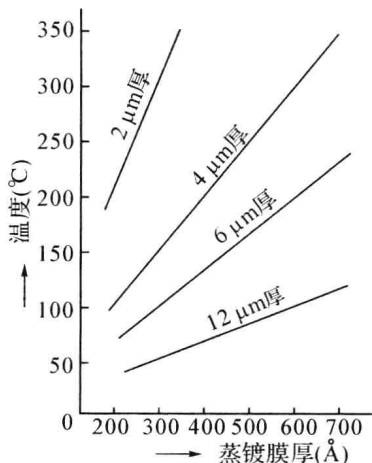


图 1.10 不用冷却滚筒冷却下聚酯(PET)镀 Al 时镀层厚度、基材厚度、薄膜温升的关系图

升的关系图。图中横坐标是镀层厚度,纵坐标是薄膜温升,图中各线标注的是基材厚度,不过,这里的供热源只考虑凝缩潜热,辐射热等都忽略不计,而且薄膜的原始温度为 25℃。

为了防止薄膜在温升过程中出现的热损伤(热收缩、局部皱折、歪斜变形等)和气体释放,在实际生产中常常引入冷却滚筒等热交换器,并让薄膜覆盖其上来冷却,为使从薄膜到冷却滚筒的热传导更好,会给薄膜施加一定的张力将薄膜拉紧,这样,越是机械强度差的薄膜(因为它难以给其施加一定的张力将其拉紧),则越易产生永久性的歪斜和收缩,由此,需要对薄膜的材质、厚度有所选择。但是,给薄膜施加一定的张力将薄膜拉紧,也会出现一个新问题:由于是在一定温度的条件下,给其施加一定的张力将其拉紧,而同时又用冷却滚筒等热交换器来冷却,所以,这样的工艺条件下获得的薄膜则不可避免地有残留应力的存在。

图 1.11 是用连续蒸镀方法生产蒸镀金属塑料膜的大型设备,图中右上方是一个送料滚筒,它沿顺时针方向转动,通过小的中间滚筒将薄膜覆盖于一个大的冷却滚筒上,它仍以顺时针方向将带基薄膜传送到左上方的卷料滚筒上,分别位于冷却滚筒两侧的中间滚筒还具有拉紧薄膜的作用。冷却滚筒上半部处于预真空区,其真空度为 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ Torr,冷却滚筒下半部处于高真空区,其真空度为 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ Torr,在高真空区内有一蒸发源,它是通过电阻丝加热或高频感应加热或者用电子束的方法,使被蒸镀金属蒸镀到带基薄膜上。

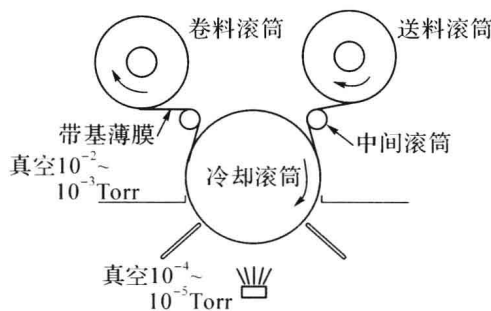


图 1.11 用连续蒸镀方法生产镀金属塑料膜的大型设备

对于宽幅薄膜塑料膜的金属蒸镀,从蒸镀专业角度而言,常见的品质缺陷有 10 余种,其中较有代表性的外观品质缺陷有:皱折斑驳(线状的膜斑驳)、针孔、擦伤等。

对塑料膜而言,无论材质如何总会有带状的松弛现象,这样就会出现膜厚不均匀,又由于出现松弛后,松弛部分和冷却滚筒接触不充分或者根本未接触,这些区域就会温度上升剧烈,而热歪斜变形和塑料膜面对冷却滚筒的内表面释放出的气体,就使塑料膜和冷却滚筒接触部分受到了一个“推斥力”,而又使松弛现象加剧扩大,并且,这种松弛区会造成蒸镀过程中,由蒸发源到塑料膜上阴影区域的蒸镀不均匀,因而形成了线状的膜皱折斑驳,这种现象是在真空中产生的,耐热性差、热变化大、延展性差的薄膜更易