

はじめに

## 第1章 超音波の概要

1.1 超音波とは	1
1.2 音響振動とその特徴	4
1.3 音波と電波の違い	6
1.4 波動エネルギーの種類	8
1.5 超音波と超短波の違い	10
1.6 周波数からみた超音波と電磁波の比較	11
1.7 波長からみた超音波と電磁波の比較	13
1.8 超音波の強さ	15
1.8.1 超音波エネルギー	15
1.8.2 超音波は加速度が大きい	16
1.9 超音波の伝播速度	17
1.9.1 超音波の音速を求める	17
1.10 超音波と音波の境界は	20
1.10.1 人間は耳以外からも音波を感知することができる	20
1.10.2 オーディオアンプに 20 kHz 以上の周波数特性はいらない?	23
1.11 生物が超音波を発生する	25
1.11.1 イルカの超音波探知器はハイテクである	25
1.11.2 私達の回りは人工的な超音波であふれている	26
1.12 超音波は密度の高いものを好む	29
1.12.1 音の反射と屈折	29
1.12.2 音の反射と光の反射	31
1.12.3 $\rho \cdot C$ (ロー・シー) が大きいと伝播しやすい	32

1.13 超音波の応用	36
1.13.1 超音波には3種類の応用分野がある	36
1.13.2 超音波を応用したいろいろな製品	37
1.13.3 超音波の性質で応用製品を分類すると	37

## 第2章 超音波センサ

2.1 センサとは	41
2.2 センサの種類	44
2.2.1 いろいろなセンサ	44
2.2.2 センサに要求される諸項目	46
2.3 超音波センサとは	47
2.3.1 超音波センサと圧電効果	47
2.3.2 圧電気逆効果	50
2.3.3 圧電効果の種類と応用	52
2.4 空中超音波センサ	54
2.4.1 空中超音波センサの構造	54
2.4.2 バイモルフ振動子	57
2.4.3 空中超音波センサ MA40S2R/S の諸特性	59
2.4.4 高周波空中超音波センサ MA200A1 の諸特性	62
2.5 高周波超音波センサ	64
2.5.1 バイモルフ振動子と厚み縦振動	64
2.5.2 防滴形超音波センサ	65
2.5.3 音圧特性、感度特性、指向性	66
2.6 超音波を発振する	68
2.6.1 デジタル IC を用いた超音波発振回路	68
2.6.2 パルストランスを用いた超音波発振回路	69
2.7 超音波を受信する	71
2.7.1 トランジスタを用いた超音波受信回路	71
2.7.2 オペアンプを用いた超音波受信回路	72

2.8 超音波センサの上手な使い方	73
2.8.1 超音波は物体間の距離検出に適している	73
2.8.2 温度が変わると音速も変化する	74
2.8.3 超音波は良く反射する	75
2.8.4 空気中の超音波は減衰が大きい	75
2.9 アレー化された超音波センサ	77
2.10 超音波センサの応用	78
2.11 超音波センサのいろいろ	82

### 第3章 超音波による計測

3.1 超音波による計測	85
3.1.1 超音波を用いた計測機のいろいろ	85
3.1.2 超音波で距離をはかる	86
3.1.3 距離計測	87
3.2 超音波距離計	93
3.2.1 超音波距離計の基本構成	93
3.2.2 モジュールを利用した超音波距離計	96
3.2.3 超音波受信器の STC (経時 2 乗増幅)	97
3.2.4 送受信兼用回路	101
3.3 指向性の尖鋭化と分解能および周波数	101
3.3.1 ホーンによる指向性の尖鋭化	102
3.3.2 超音波センサの取付法	102
3.3.3 超音波センサの分解能	102
3.3.4 超音波センサと周波数の関係	104
3.4 その他の超音波計測	106
3.4.1 超音波厚さ計	106
3.4.2 SONAR (ソナー)	107
3.4.3 非破壊検査法	108
3.4.4 アコースティック・エミッション	108

3.4.5 超音波流速計（超音波速度計）	109
3.5 超音波のドプラー効果	111
3.6 超音波を応用した計測器	112
3.7 超音波リモコン装置	115
3.8 超音波リモコンの基本構成	118
3.9 音声リモコン装置	123

## 第4章 超音波の動力的応用

4.1 超音波振動子と圧電材料	128
4.1.1 電歪現象と圧電現象	128
4.1.2 強誘電体と分域構造	129
4.1.3 強誘電体のヒステリシス曲線（ループ）	131
4.1.4 圧電方程式	132
4.1.5 圧電素子の等価回路と周波数特性	134
4.1.6 電気機械結合係数	136
4.1.7 圧電セラミックスと共振周波数	137
4.1.8 磁歪振動子	140
4.2 ランジュバン型電歪振動子	143
4.3 強力超音波の伝送と集中	145
4.4 周波数自動追尾型超音波発振器	147
4.5 強力超音波による加熱	148
4.6 超音波洗浄	150
4.7 超音波モータ	153
4.7.1 超音波モータの概要	153
4.7.2 超音波モータの種類	154
4.7.3 超音波モータの駆動原理	154
4.7.4 超音波モータの駆動回路	159
4.7.5 超音波モータ USSR-60 の特性	161

4.8	超音波小型溶着機	166
4.9	超音波カッター	169
4.10	超音波研磨装置	170
4.11	圧電アクチュエータと駆動回路	171
4.12	圧電ダイヤフラムポンプ	174
4.13	圧電ブザー	176
4.14	超音波加湿器	179
4.15	超音波治療器	182
4.16	超音波害虫撃退装置	187
4.17	超音波ネズミ撃退装置	189
付録1	圧電セラミックスの一覧	196
2	物理定数	197
3	SI単位系および記号の一覧	197
4	整数乗倍を表わす接頭語の一覧表	198
5	ギリシャ文字とその読み方	198
[索引]		巻末