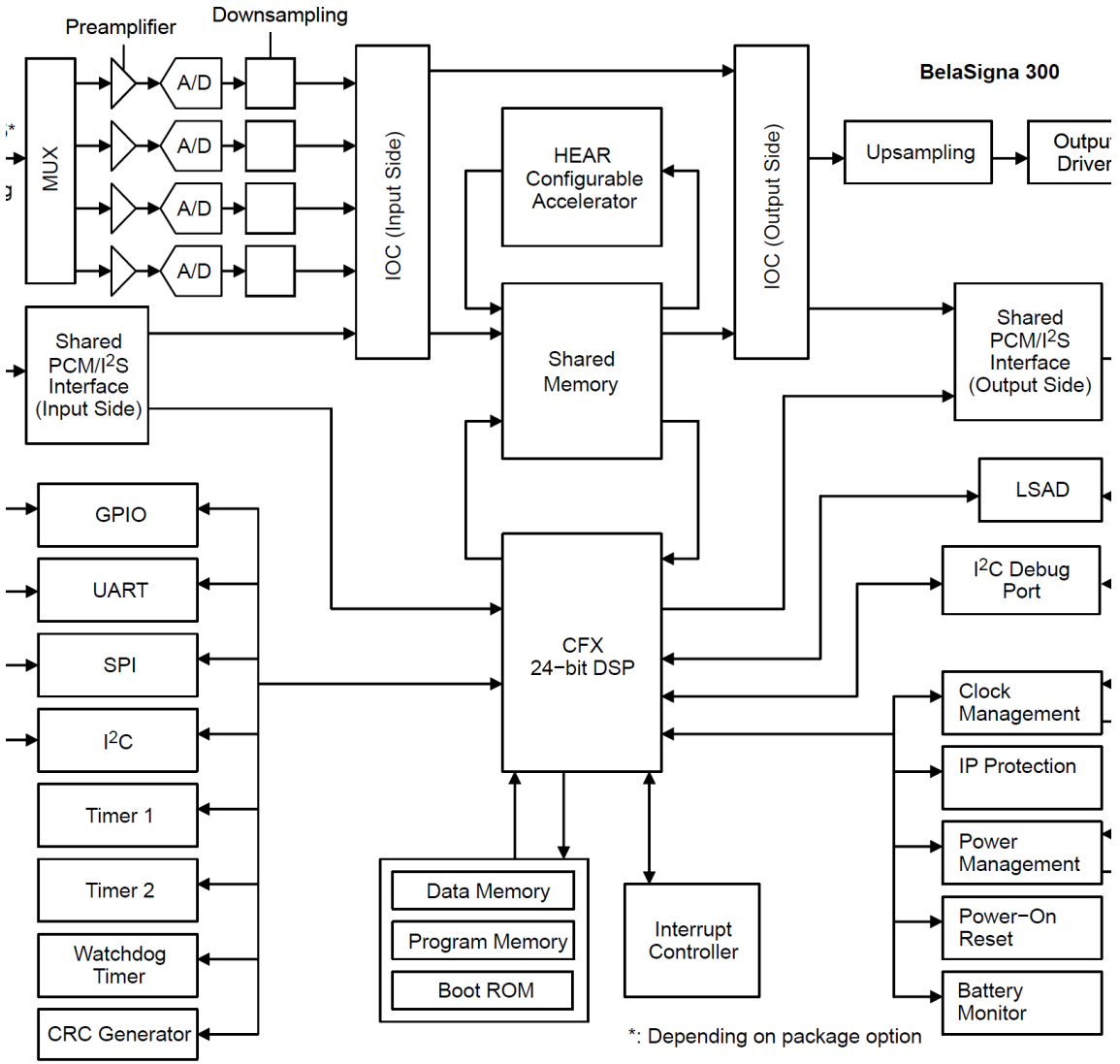
BelaSigna®300

助听器算法设计与思路

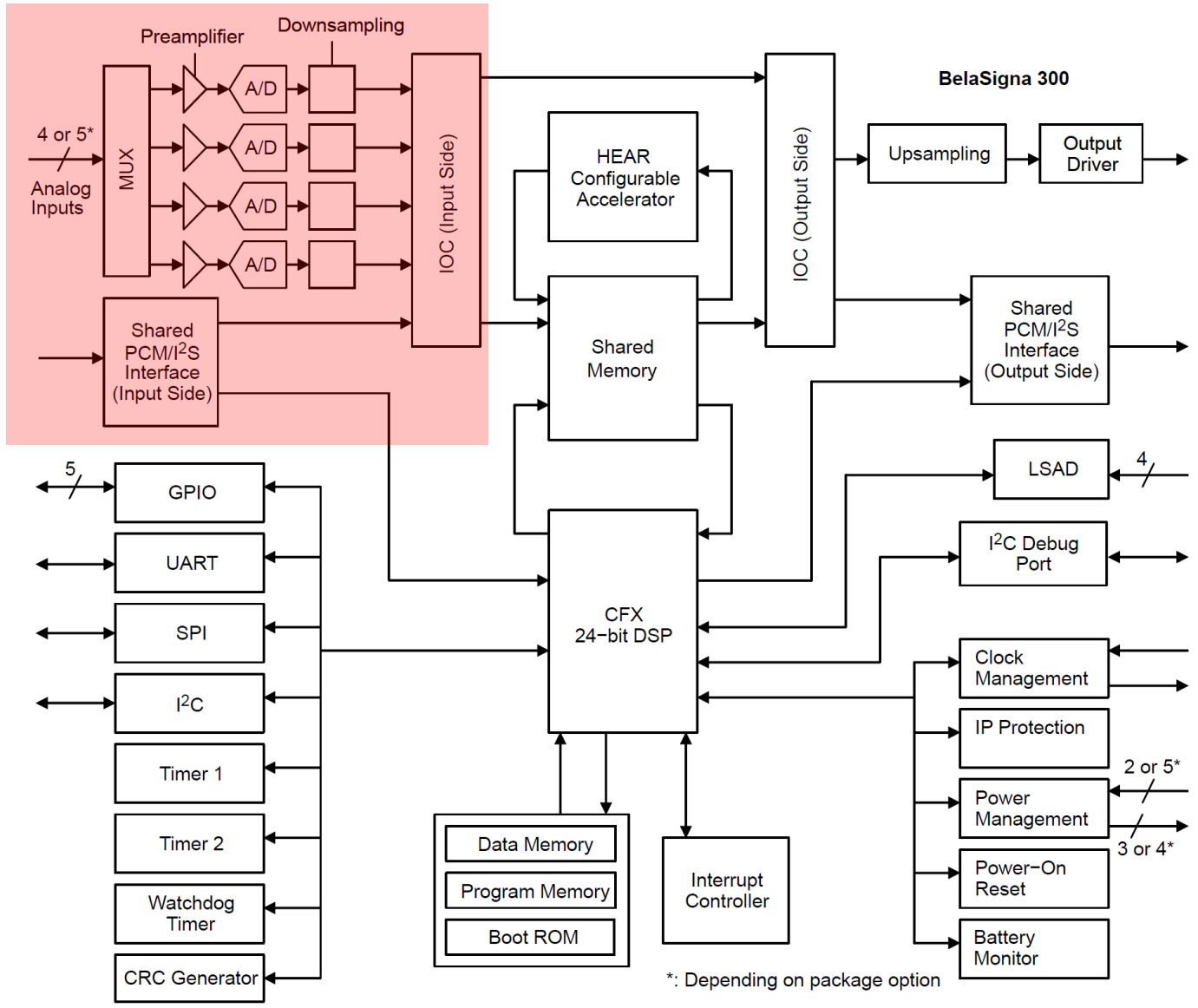
硬件系统构架

- BelaSigna®300是基于开放构架DSP的混合信号音频处理器。
- 高度灵活可配置的CFX DSP core具有双哈佛结构的24位定点DSP，双发射指令单元，高效的流水线构架
- 专为高效音频算法优化的HEAR加速器，可为多种基础运算提供加速运算
- 灵活的IOC控制器，具有为多通道输入和方向性处理优化的硬件采样延迟配置



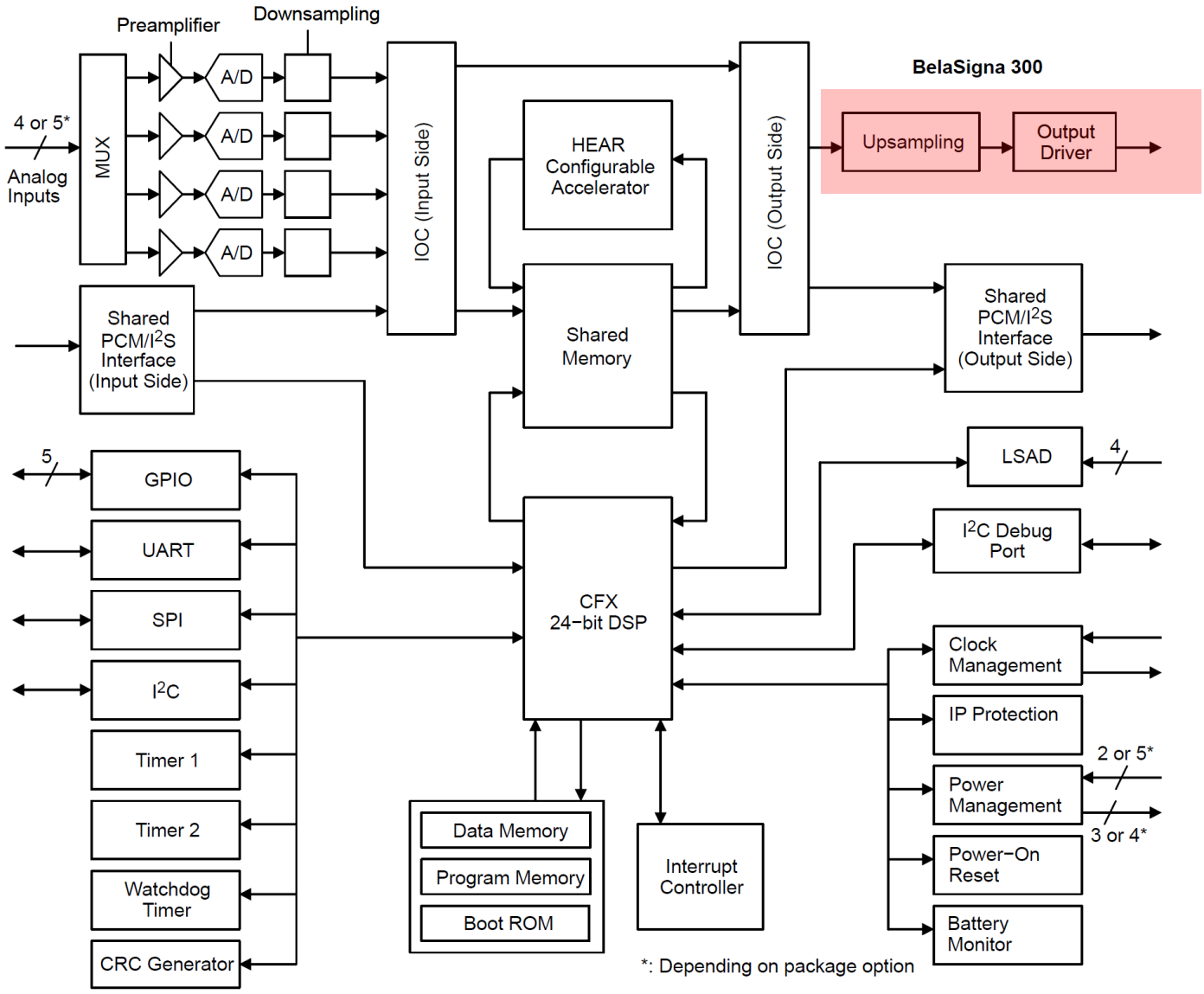
输入部分

- 配置MUX
  - 麦克风Mic
  - 电感线圈T-coil
  - 音频输入Audio-in
  - 数字输入I²S
- 配置A/D
  - 预增益preamplifier
  - 采样频率sampling frequency
  - 采样延迟Sampling Delay



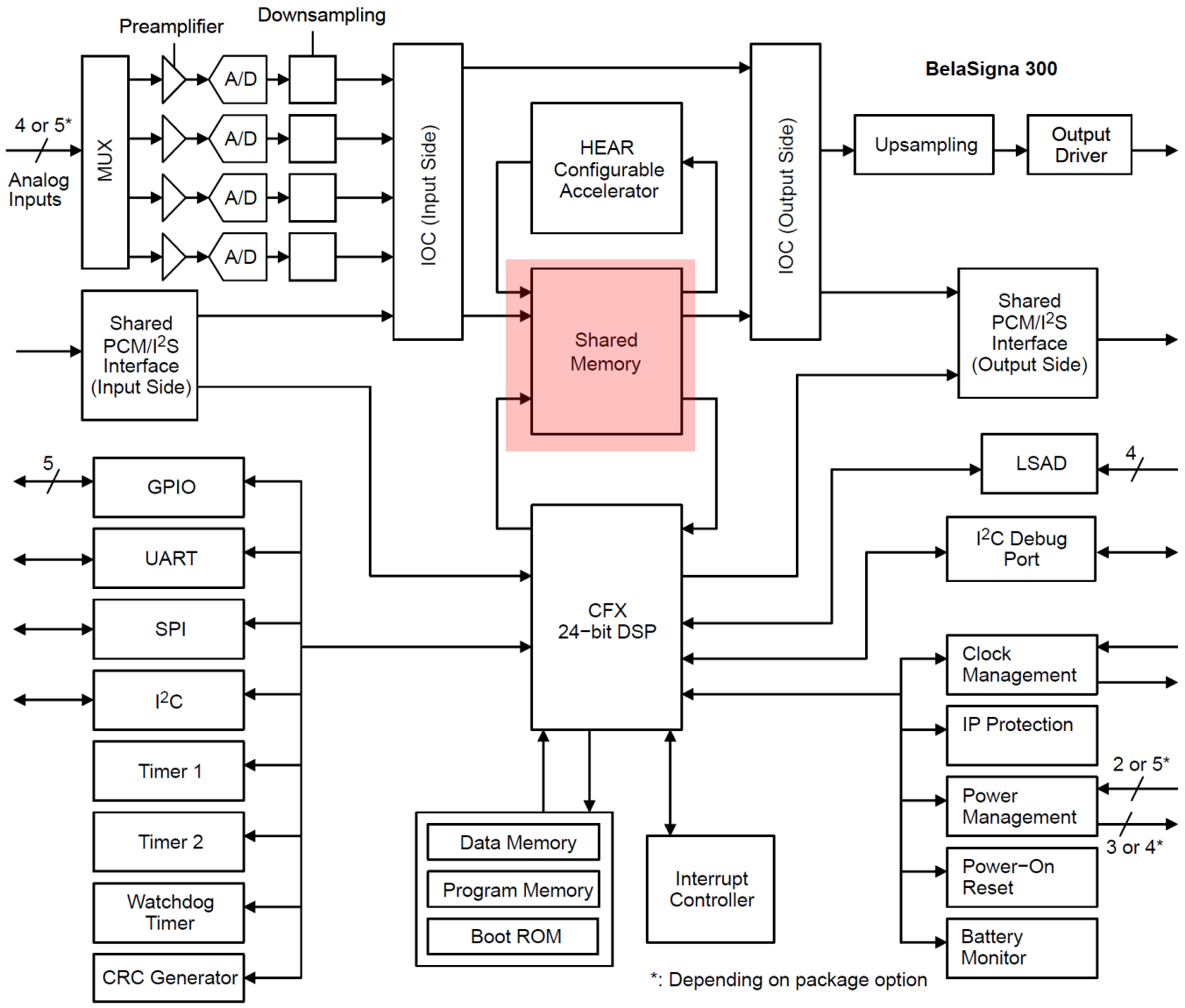
输出部分

- 静音开关接口
- 输出检查



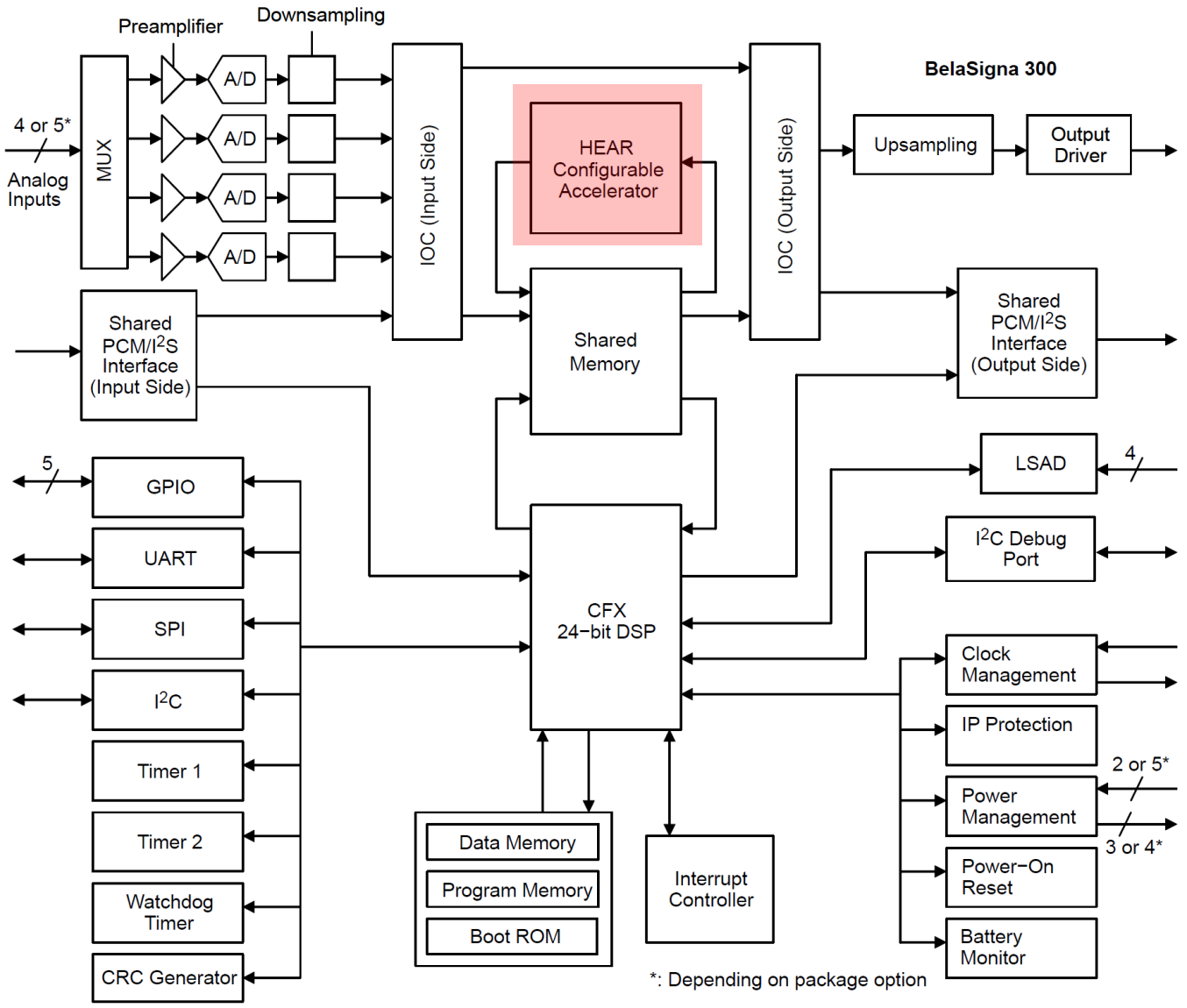
共享内存

- 配置各种FIFO缓存
- 配置HEAR模块内存



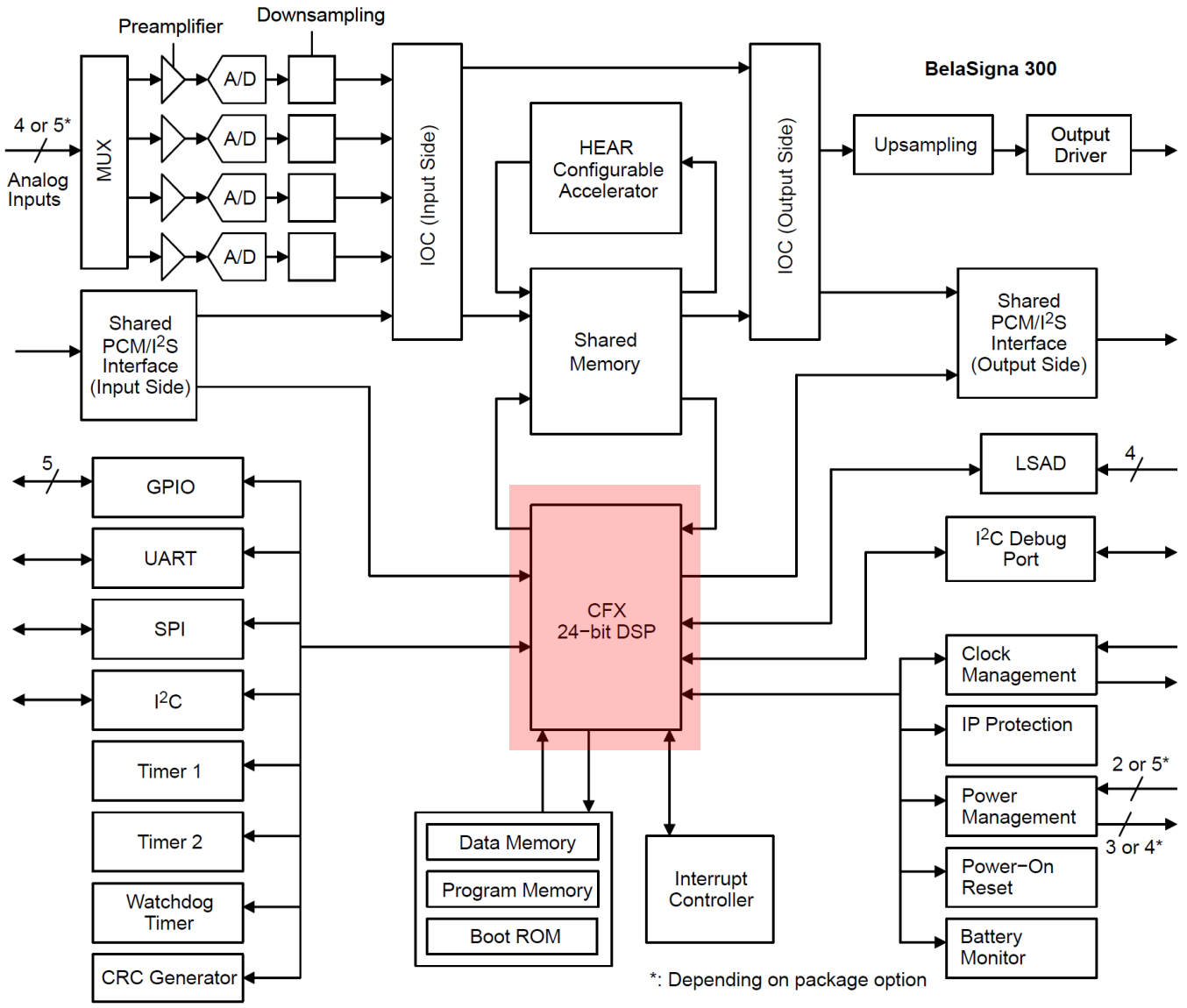
HEAR加速器

- 傅里叶模块WOLA Filterbank
  - 信号分解Analysis
  - 应用增益Gain apply
  - 信号合成Synthesis
- 统计模块Signal Statistic
  - 子带能量计算Energy
  - 平均能量与总能量Mean、Sum
  - 信号方差Variance
- 滤波Filter
  - FIR
  - IIR



DSP内核

- 基于中断驱动的主体循环
- 以帧为周期的信号处理流程
- 调度HEAR处理数据
  - 信号分解->应用增益->信号合成
- 与HEAR并行处理信号数据
  - 更新增益->信号分析->计算新增益
- 其它功能模块



助听器应用的主要算法模块

灵活可配置的多通道压缩系统

基于长时间言语频谱的语音增强算法

基于短时频谱分析的环境噪音抑制算法

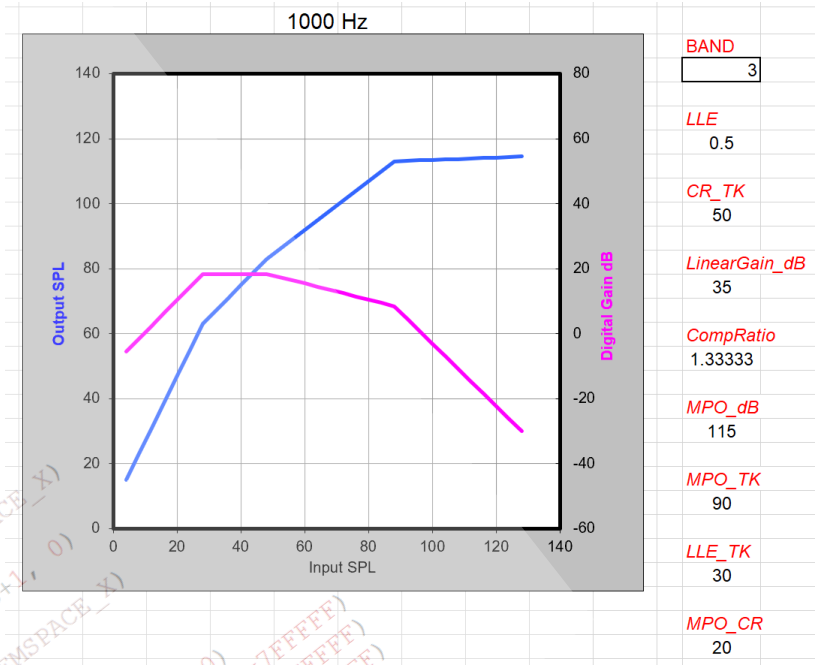
通道反馈侦测及抑制处理

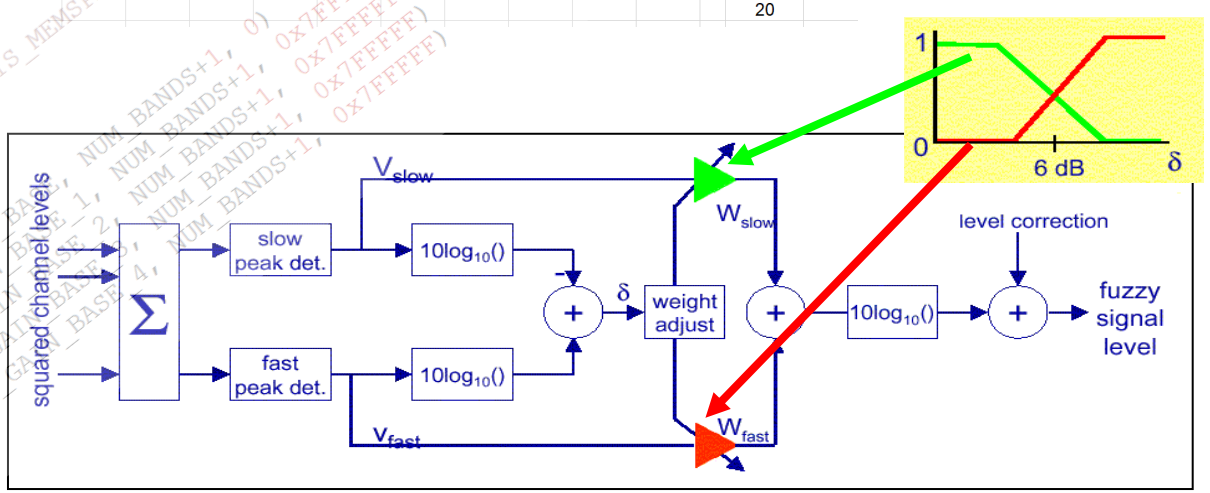
方向性处理

其它功能

灵活可配置的多通道压缩系统

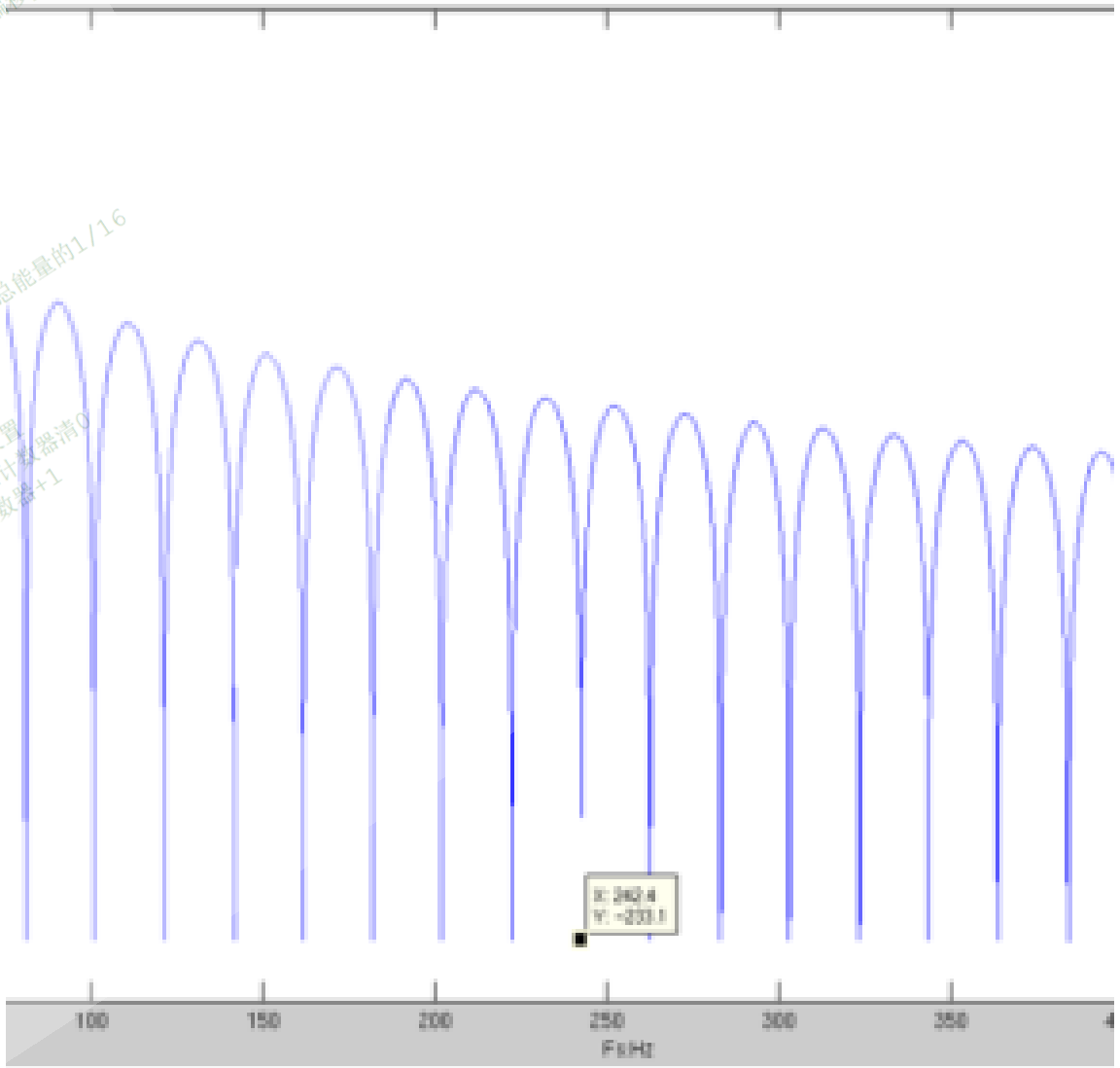
- 基于配置文件的多通道划分
- 快慢时间侦测器
- 灵活的时间常数配置
  - 噪音环境使用慢压缩
  - 安静环境使用快压缩





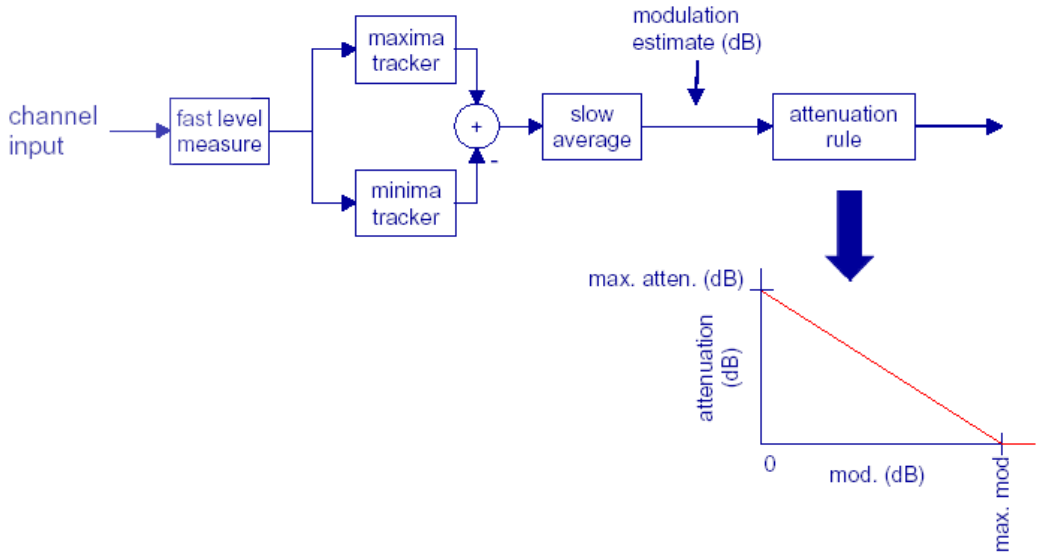
通道反馈侦测抑制处理

- 自适应陷波滤波器
  - 通道能量统计
  - 找出峰值能量通道
  - 峰值通道能量与总能量比较
  - 计算反馈指数
  - 根据反馈指数决定是衰减通道增益还是恢复通道增益



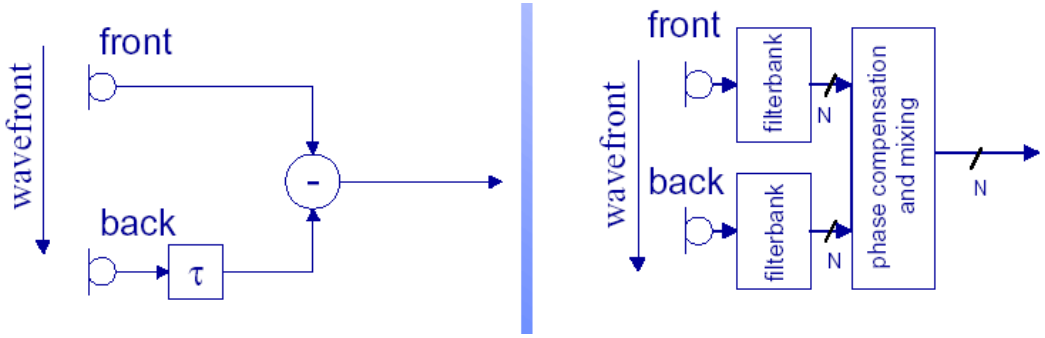
基于短时频谱分析的智能降噪算法

- 通道信号变化分析
- 统计通道能量变化量率
- 根据通道变化率计算噪音指数



方向性处理

- 2个麦克风输入
- 根据前后声音能量大小估计噪音方向
- 自动计算延时常数τ改变方向性指数



其它功能

- 提示音系统Beep system
- 多程序配置Multi-memoriy
- 低电量警报Low battery aleart
- 原位测听In-suit audiometry
- 数据日志Data logging

END

- 参考资料Ref.
  - BelaSigna®300 [官方链接]
  - *Hearing Aids* by Harvey Dillon [购买链接]
  - *Digital Hearing Aids* by James M. Kates [购买链接]
  - *Computer Architecture: A Quantitative Approach* by Hennessy, John L., and Patterson, David A. [购买链接]

- 参考手册
  - *Integrated Development Environment User's Guide*
  - *CFX DSP Architecture Manual*
  - *Hardware Reference Manual for Ezairo 5900*
  - *Firmware Reference Manual*
  - *HEAR Configurable Accelerator Reference Manual*
  - *CFX Toolchain Reference*