

## NIEC的音频用SBD和FRED

日本英达株式会社(NIEC)是肖特基势垒二极管(SBD)和快恢复外延二极管(FRED)的主要生产厂家。因具有损耗低、切换快和噪音小的特点, 这些快速切换二极管在世界上被广泛用于开关电源(SMPS)。除了这种应用之外, 还可将这些特性用于音频应用。事实上, 我公司生产的SBD和FRED被采用于日本的高端和中级音频设备中的线性整流器。本文说明利用SBD和FRED来改善音质的可能性。

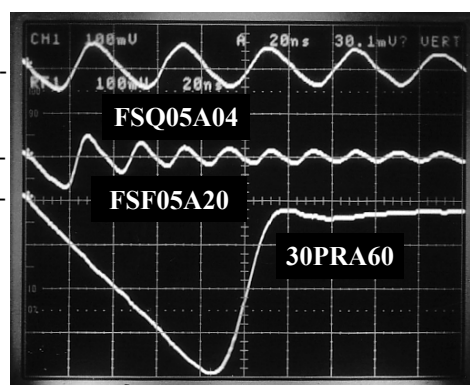
### SMPS中的反向恢复与切换噪音

在谈及音频应用之前, 让我们先看一下SMPS中的反向恢复和切换噪音之间的关系。下图是JRC的NJM2367步降DC-DC转换器的评估板, 输入为12V, 输出为5V。比较了3个二极管, 这些二极管的主要特性列于下表。输入电压为12V, 所以40V的 $V_{RRM}$ 已足够。当然, 在此FSQ05A04是正确的选择, 但可与其它两个一

P/N		$I_o$	$V_{RRM}$	$V_F$ (最大)
FSQ05A04	SBD	5A	40V	0.55V
FSF05A20	FRED	5A	200V	0.98V
30PRA60	FRD	3A	600V	1.15V

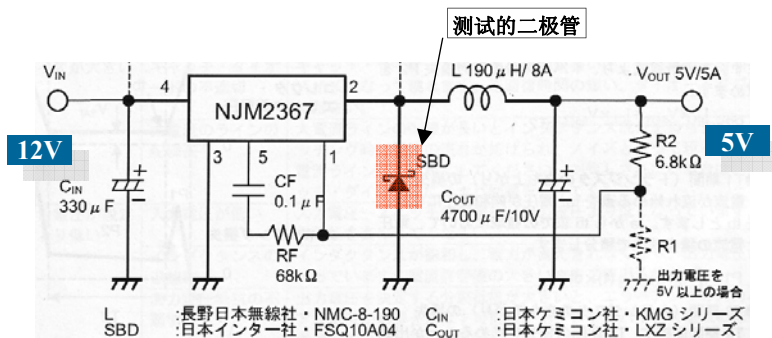
### 在DC-DC转换器中进行比较的3个二极管

起看一下较高 $V_F$ 、较长trr的作用和恢复方法。相片1显示了在相同条件( $I_F=3A$ ,  $-di/dt=50A/\mu s$ ,  $25^\circ C$ )下3个二极管的反向恢复。此相片表明FSQ05A04(5A, 40V, SBD)的反向恢复时间(trr)与FSF05A20(5A, 200V, FRED)几乎相同, 但是电压振铃有些不同。尽管在25 时2个二极



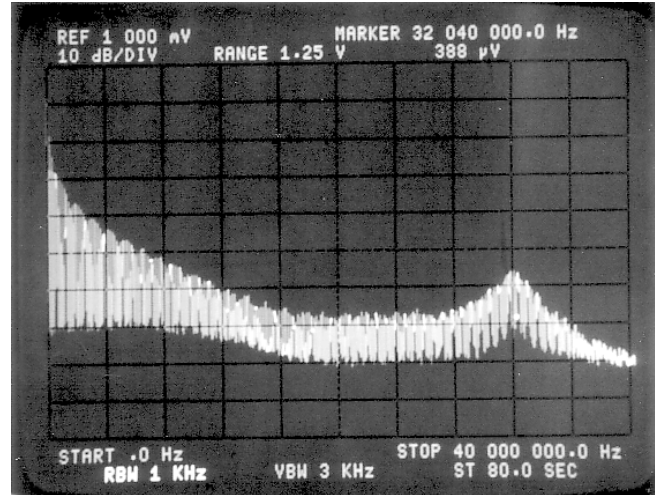
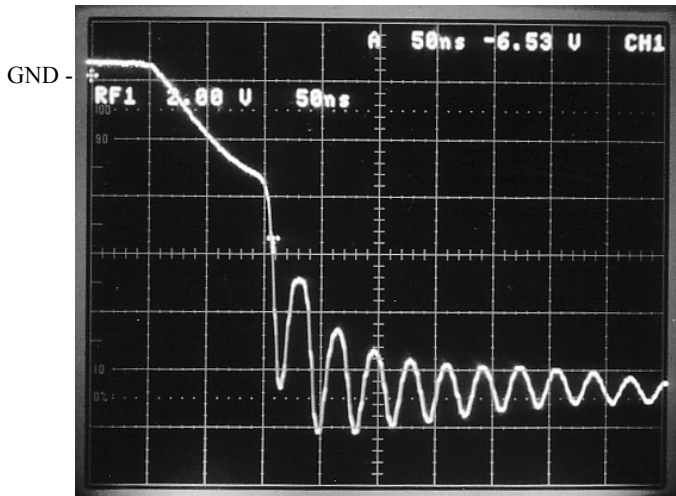
3个二极管的反向恢复  
 $I_F=3A$ ,  $-di/dt=25A/\mu s$ ,  $25^\circ C$

管有相似的trr, 当温度上升时FRED的trr增加, 但是40V SBD的trr几乎保持不变。在3个二极管中, 30PRA60具有最大的 $V_F$ 和最长的反向恢复时间(trr), 所以此二极管不能用于这种用途。下一页上的相片显示了观察到的各二极管的阳极和阴极的工作电压。从中可看到二极管工作中的反向恢复的作用。另外, 频谱分析仪也显示了频率范围的分布。研究这些数据是很有趣的

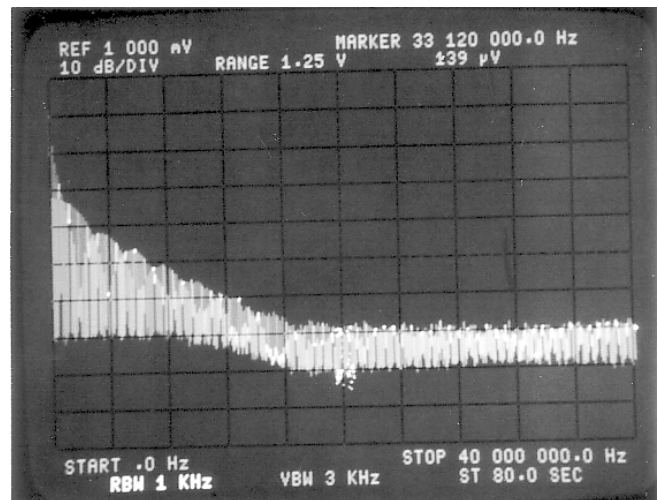
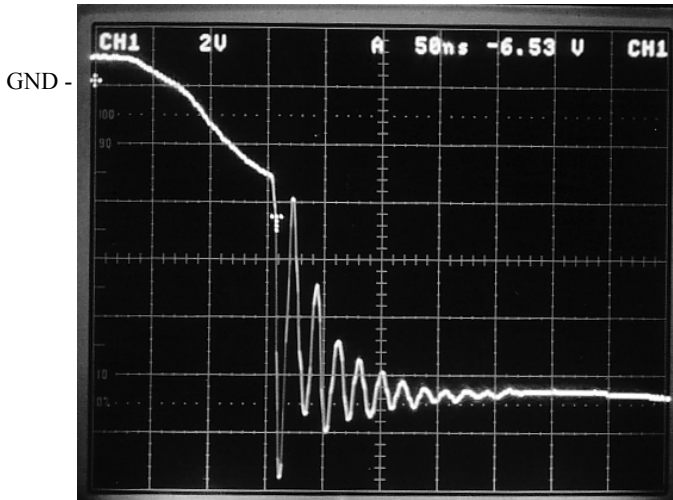


NJM2367步降DC-DC转换器评估板

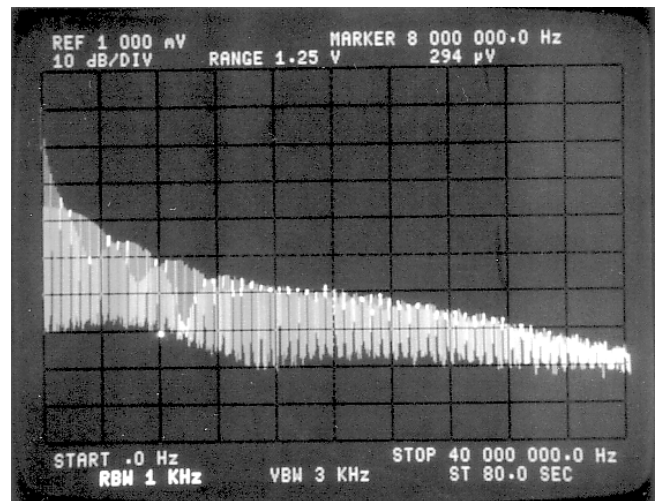
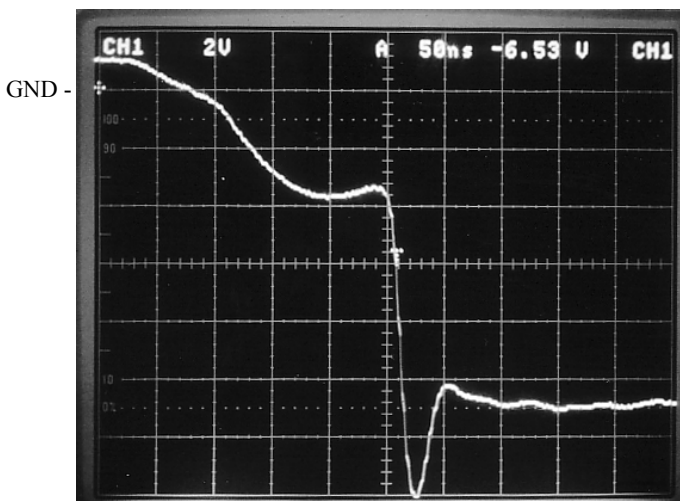
FSQ05A04



FSF05A20



30PRA60



	输入电压 :12V, 输出 :5.03V/2A		输出纹波电压		
	输入电流	效率	最大	最小	RMS
FSQ05A04	1.01A	83.0%	33.6mV	-24.0mV	3.6mV
FSF05A20	1.03A	81.3%	10.4mV	-24.8mV	3.3mV
30PRA60	1.09A	76.9%	56.8mV	-62.4mV	9.1mV

表1. 工作效率和输出纹波电压

事情。从FSQ05A04的频率分布可看到在特殊频率(32MHz)的峰值处的电压振铃结果。正如所想象的,在高于40MHz的频率处,FSF05A20具有相似的峰值。我们想强调的是在这种高频率处的噪音对音频频率应用可能没有直接影响。

我们将3个二极管应用于NJM2367 DC-DC转换器,测量了工作效率和输出噪音,并将结果汇总于表1。自然地,随着二极管的正向电压的增加效率下降,并且随着trr的增加输出纹波电压增加。但是,重要的是trr并不是SMPS的输出噪音的直接原因,因为其它有源和无源电路元件对

噪音有重大影响。对于二极管,一般认为在实际工作温度(而不是25 )下的最短trr和软恢复可获得最小的输出噪音。

在此要强调的是在几MHz至几十MHz时,反向恢复与噪音级有很大关系,有时这对SMPS很有意义,但是对音频应用却意义不大。

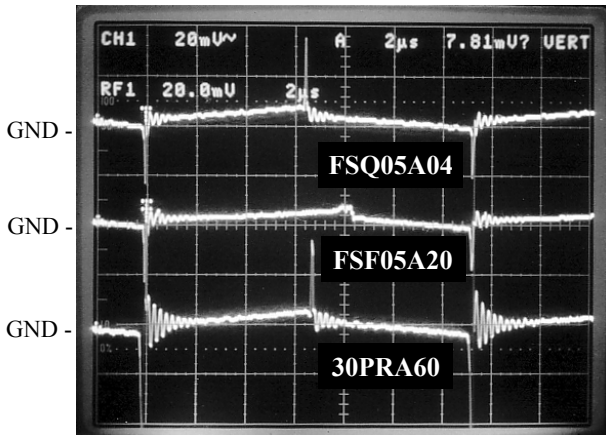
**线性频率整流二极管**

现在人们普遍认为用于整流的二极管在线性频率(50/60Hz)下影响音质。二极管的整流噪音确实出乎意料地大。例如,您可在下列网站听到各种噪音(包括整流噪音):

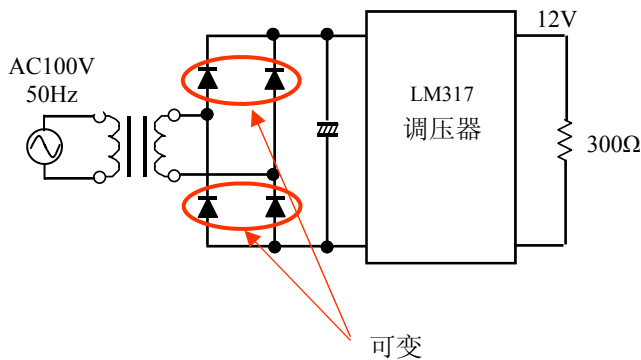
<http://www.ntt-east.co.jp/tasc/gijutu/noise/index.html>

我们试图检测在整流时产生的磁通的变化。所使用的电源是12V输出LM317线性调压器,其中可将桥式整流器变为插座。负载电阻为300Ω,输出电流约为40mA。

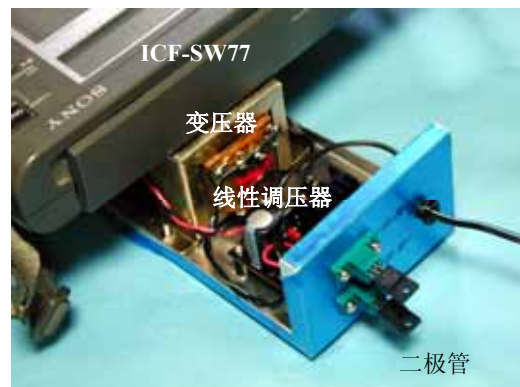
如下面的相片所示,为了最大程度地听到噪音,将SONY ICF-SW77(调谐至515kHz的AM接收器)的天线位置固定在尽可能接近变压器的位置。我们非常仔细地一个个地更换二极管,以保持物理位置。



由二极管引起的输出噪音



整流噪音比较电路

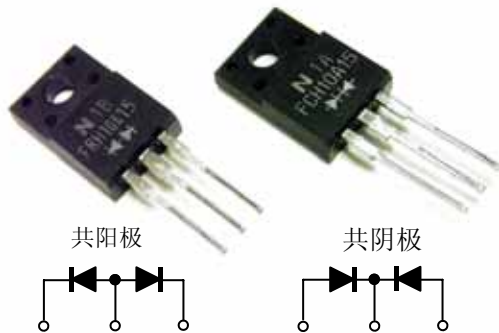


整流噪音的检测

样本二极管是下列3个。

- 整流二极管 DBF10G 1A/600A
- 200V FRED FCF/FRF10A20 5A×2/200V
- 200V SBD FCH/FRH10A20 5A×2/200V

NIEC 的 FCF10A20/FRF10A20 和 FCH10A20/FRH10A20是TO-220F封装双芯片二极管,可通过结合共阴极和共阳极来组合二极管电桥。



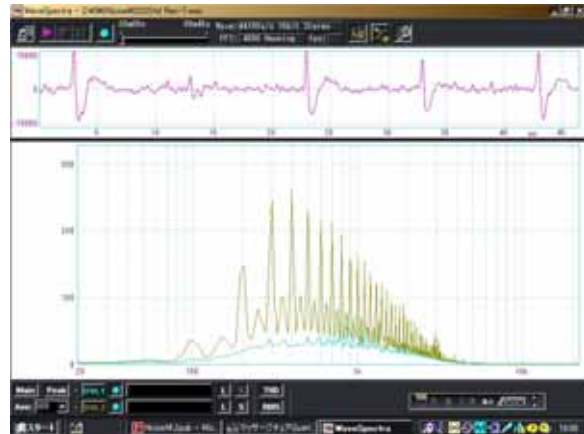
TO-220F SBD和FRED可以是二极管电桥

当将整流二极管用作桥式整流器时,可从收音机听到非常响的噪音,噪音级大大地高于FRED和SBD。右图显示整流二极管、FRED和SBD的噪音级的不同。实际上,此处的二极管整流噪音并不成为问题。此低成本变压器的磁屏蔽较差,其线圈发出许多噪音(磁场的变化),AM接收器中的敏感的内置环形天线捕捉着微弱的噪音。所以如果将收音机从变压器稍微移开一些,此噪音就会消失。当然,如果将1,000pF陶瓷电容器并联加至各整流二极管,噪音级可更低一些。但是,因无阻尼控制,几MHz或几十MHz的振铃可能会增加。毫无疑问,低频整流用FRED或SBD可能是明智的选择,因为与整流二极管相比,其能量很小,而这是噪音的原因。

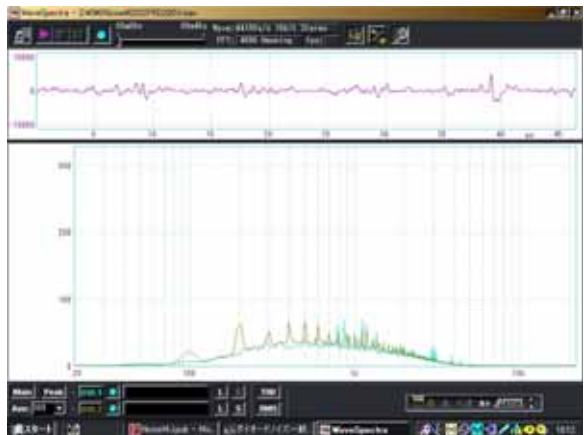
利用示波器测量了稳压输出电压是否会缓和整流噪音。当然,示波器的观察结果表明所采用的二极管没有什么不同。

### SBD和FRED丰富声音

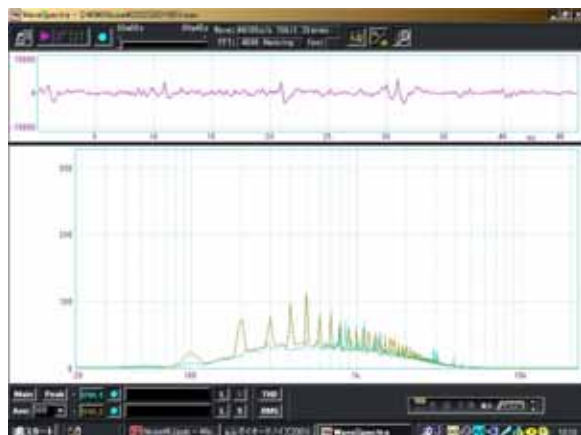
为了调查由整流二极管、SBD和FRED引起的声音之间的差别,我们利用以前用于噪音检测的LM318调压器。声音再生系统是电脑用廉价简单的内置放大器的扬声器和存储音频播放器。



由AM收音机捕捉到的整流噪音  
整流二极管



由AM收音机捕捉到的整流噪音  
200V FRED (FCF/FRF10A20)



由AM收音机捕捉到的整流噪音  
200V SBD (FCH/FRH10A20)

用稳压电源代替原先的AC适配器。

作为线性频率整流器的SBD和FRED发出清晰动人的声音,与整流二极管的声音完全不同。听到此声音的任何人都承认这一事实。



### 二极管的听音检查

有许多改变声音的因素，例如电子元件(诸如电容器、电阻器、半导体)、布线、保险丝、AC插头、电缆、焊料、电镀等。“声音变化”并不总是等于“声音改善”。在各种变化中，与整流二极管相比，在各种音乐领域，SBD和FRED的声音要更好些。请您自己评估一下。评估声音的一般要求如下所示：

- 选择适当的音源。一般来说，自然音、古典音乐和歌声较为合适。
- 固定参照源。
- 使声级保持不变。
- 尽可能立即改变条件。

评估应是稳定不变的，所以今天、昨天和明天得到的结果必须相同。应确立评估方法，并对评估声音的人进行培训。

我公司产的可形成桥式整流器的TO-220F封装SBD和FRED如下表所示。TO-220F封装中的成对的元件非常适用于音频应用中的低频整流。

#### 用于音频应用的SMPS

现在，即使是放大器等高端音频组件也将SMPS用作为内部电源。尽管在此领域开关电源不太合适，但是小型轻量是市场的要求。事实上，SMPS越来越流行于媒体和高级音频组件。为了确认声音如何不同，将线性电源和2个SMPS(12V 1A 输出)用于电脑扬声器。通过改变这3个相同输出电压的电源，可确认声音的差别。最佳声音是由线性电源获得的，1个SMPS

$I_o$	$V_{RRM}$			
8A	150V	SBD	FCH08A15	FRH08A15
10A	30V		FCQ10A03L	FRQ10A03L
10A	40V		FCQ10A(U)04	FRQ10A04
10A	40V		FCH10A04	FRH10A04
10A	60V		FCQ10A(U)06	FRQ10A06
10A	100V		FCH10A(U)10	FRH10A10
10A	150V		FCH10A(U)15	FRH10A15
10A	200V		FCH10A(U)20	FRH10A20
20A	60V		FCQ20A(U)06	FRQ20U06
20A	100V		FCH20A(U)10	FRH20A10
20A	150V		FCH20A(U)15	FRH20A15
20A	200V		FCH20A(U)20	FRH20A20
10A	200V	FRED	FCF10A20	FRF10A20
10A	400V		FCF10A(U)40	FRF10A40
20A	300V		FCU20UC30	FRU20UC30



线性电源和2个SMPS



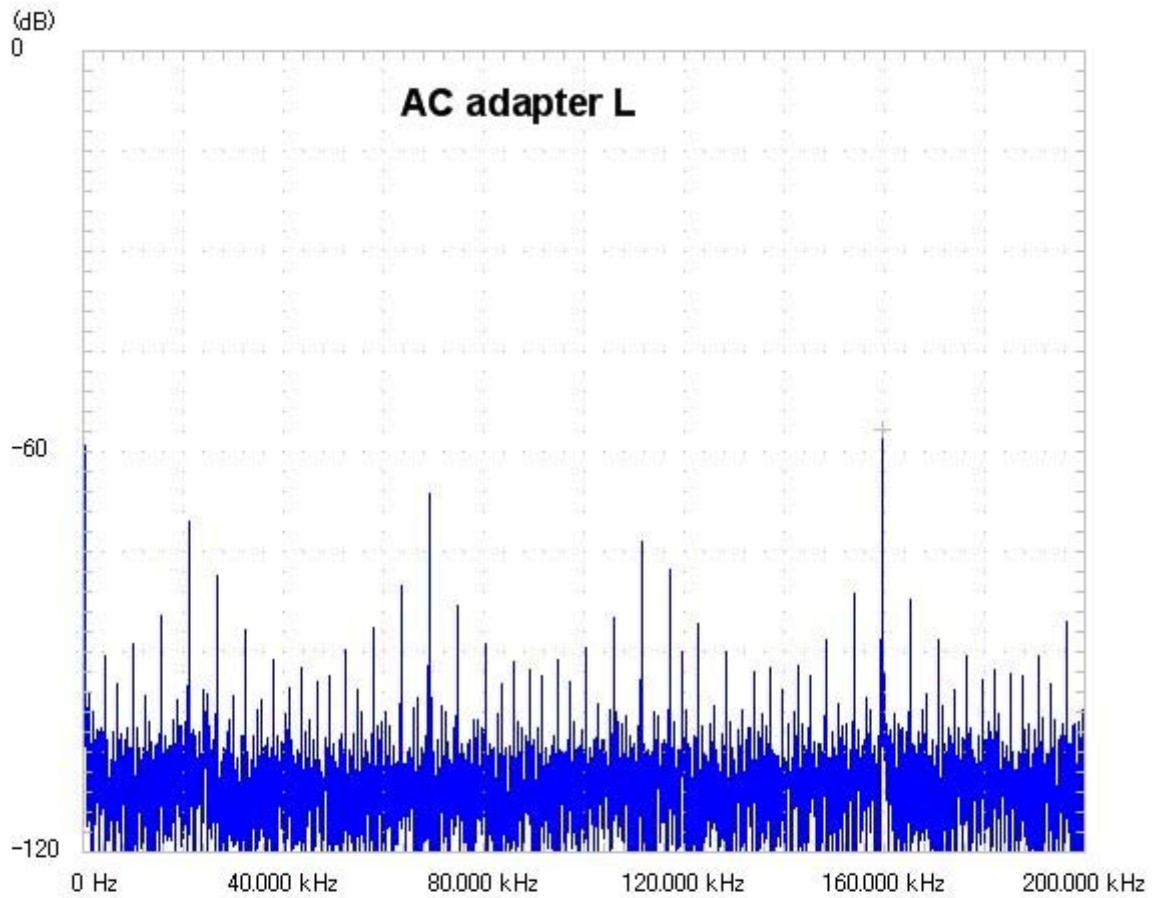
SMPS内 (输出电压：6V, 相同厂家)

的声音比其它SMPS的声音要好得多。从中可知能调整SMPS将其用于音频应用。SMPS的内部相片如下所示。SMPS越小发出的声音越好，不知道原因何在。

### **美妙的音响令人感到幸福！**

尽管是如此廉价的电脑扬声器系统，我们却能区分二极管和SMPS之间的声音之差别，您相信吗？因为内部放大器是简单整齐的线性放大器，只有单输入和单输出，而无音调控制，所以非常合理。另外，对于电压放大其具有JRC 4558运算放大器。JRC是音频专业公司，他们产的4558、5532和5534等运算放大器还被应用于高端音频。所以此扬声器系统不仅设计得低价而且声音极佳。

如上所述，有许多改变声音的因素。毫无疑问，首先是出色的电路设计和架构。电源和振动与音质非常有关。NIEC的产品，尤其是SBD和FRED因其音频应用方面的出色声音而闻名。这来自于平衡的芯片设计、正确的组装、低噪特性、非磁性材料和严格的质量控制。不仅可将SBD和FRED产品用于开关应用还可用于音频应用。



Channel : 1 Window Type : Rectangular Window Size : 8192

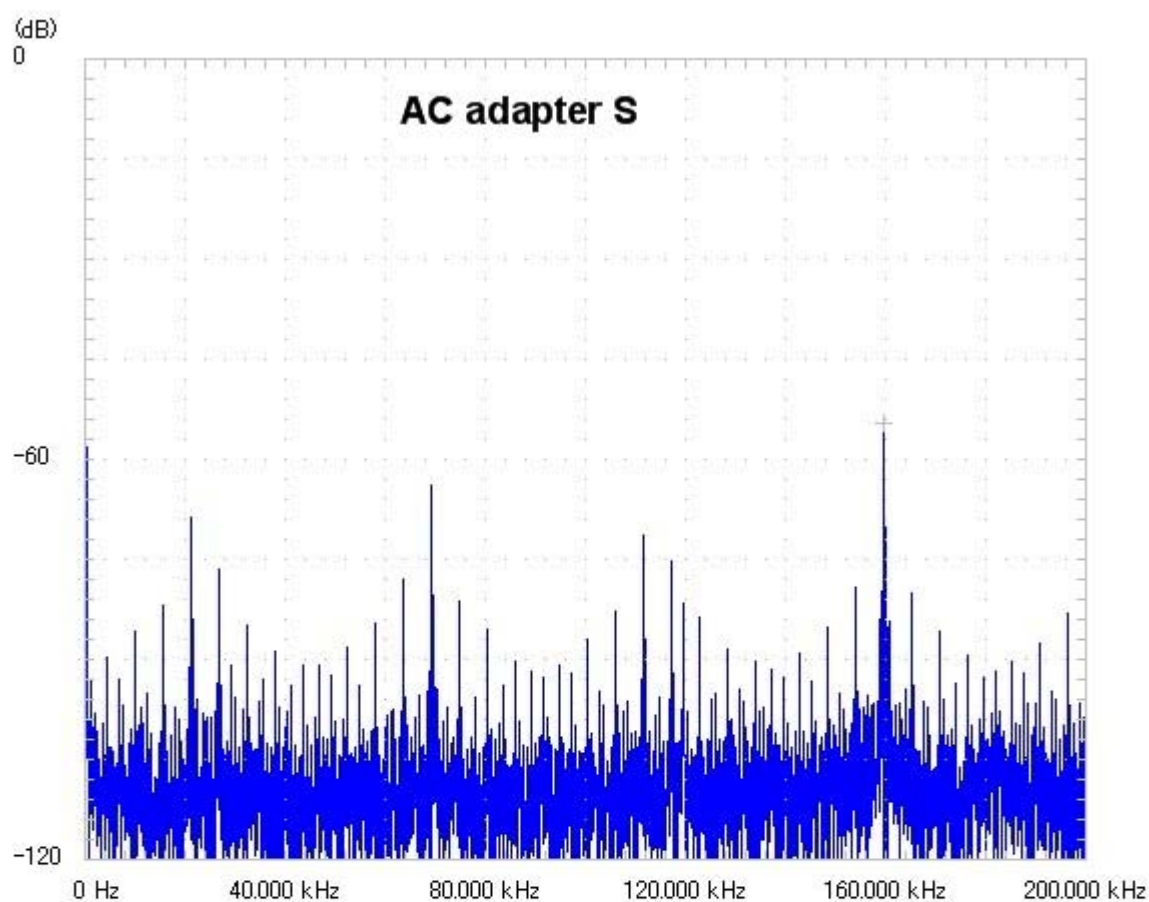
Cursor Information : Cursor off

Harmonic Information :

1st : 159.599 kHz -56.740 dB	2nd : -- --
3rd : -- --	4th : -- --
5th : -- --	6th : -- --

FFT Measurement Information :

SNR : 5.500 dB	THD : 0.000 dB
ENOB : 0.621 bits	SFDR : 9.251 dB
SINAD : 6.460 dB	TotalPower : -55.743 dB



Channel : 1 Window Type : Rectangular Window Size : 8192

Cursor Information : Cursor off

Harmonic Information :

1st : 159.599 kHz -54.704 dB	2nd : -- --
3rd : -- --	4th : -- --
5th : -- --	6th : -- --

FFT Measurement Information :

SNR : 6.356 dB	THD : 0.000 dB
ENOB : 0.763 bits	SFDR : 9.338 dB
SINAD : 7.522 dB	TotalPower : -53.403 dB