

表面声波器件的回顾与展望

水永安

吴文虬

(南京大学声学研究所)

一、引言

表面声波器件自六十年代中期间问世以来,由于它的实用价值,获得了迅猛发展,到七十年代初期就已出现在实际系统中,到七十年代中后期,研究已基本成形。就全世界的产值而言,在1975年约为一千万美元,1985年达一亿美元,据C.S.Hartmann^[1]估计,到1995年将达十亿美元,在此形势下科研工作者要问:“表面声波长否已经只

是开发,试制问题,而不再需要基础研究?”工业界则问:“电视中频滤波器以后的下一个批量产品是什么?”人们都想知道,表面声波器件的前途研究如何,高速规模集成电路会不会取代它。本文试图就这些大家所关心的问题作些探讨。

二、表面声波器件的发展方向 and 阶段

表面声波器件发展的初期阶段具有非常

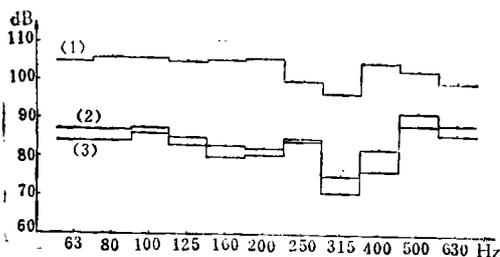


图7a 1/3 oct的噪声有源消声

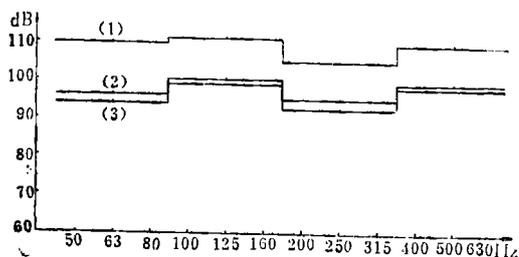


图7b 1 oct的噪声有源消声

参考文献

- [1] Swinbanks, M.A. J.S.V 27(3)P411-436, 1973
- [2] Poole J.H.B et, al J.S.V 68(3) P437-449.

- [3] Canevet G. J.S.V 58(3)P333-345, 1978
- [4] Berengiev, M et al J.S.V 71 (3)P381-398, 1980
- [5] Eghtesadi, K.H, et, al J.A.S.A 71 P608-618 1982
- [6] Eghtesadi K.H, et, al J.S.V 75(1) P723-734, 1981
- [7] Eghtesadi, K.H, et, al Acoustic Letter 5(11) P169-174, 1982
- [8] 沙家正等《声学学报》1981年第3期137—141页
- [9] 沙家正等《声学学报》1983年第2期93—99页
- [10] 沙家正等《应用声学》1984年第3期27—30页
- [11] 沙家正等《声学学报》待出
- [12] 沙正明 沙家正 《应用声学》1987年第3期35—40页
- [13] Roos C.F J.S.V 80(3)P373—380 1982
- [14] Roos C.F J.S.V 80(3) P 381—383, 1982
- [15] Jessel M Acoustic Letter 4(9)P174—179 1981
- [16] Margiante G.A J.A.S.A 61(6) P1516—1523 1977
- [17] 田静, 沙家正 《声学学报》 1987年第1期
- [18] Sha JiaZhang et, al, Proc. 12th ICA1986.7
- [19] 沙家正 专利公报1985公开号GK85103511
- [20] 沙家正 专利公报1985公开号GK85103507

7卷2期(1988)

强烈的实用需求的特点，许多器件如脉压线，编码线等，往往是实际系统先有方案，用其它器件实现此方案须有很大的体积和重量，而满足既定讯号处理要求的表面波器件则很小很轻。在这种情况下它所显示的优越性是十分诱人的。于是必然想将它应用到其它各种系统中以取代原有的讯号处理器件，尤其是民用产品。这一很自然的设想却遇到了障碍，暴露出表面声波器件的一个特点，即生产批量不大时它的成本过高。当然，系统工程师的谨慎小心和工业生产本身所具有的保守性也妨碍着表面声波器件的进一步推广。于是在第二阶段中，表面声波器件除了在不计成本的军用产品和批量很大电视工业之外，其推广应用的发展并不如人们所预期地那样迅速有效。同时，在第二阶段推广应用以取代现有元件的过程中也使人们发现，表面声波器件虽然具有很强的讯号处理功能，但也有一些缺点，影响它的扩大应用。

第一个缺点是损耗大。在第一阶段的应用中，它用在中频，起一些特殊的信号处理功能，这缺点并不突出，一旦要用它去替换各种一般的器件，如螺旋滤波器，LC回路等，相形之下，它的损耗就显得太大。

第二个缺点是温度稳定性还不够高。石英体波谐振器虽然频率不够高，但已经有数十年的应用、发展历史，稳定性能好。表面声波振荡器之所以还没有大规模取代它，就是因为性能上尚未能全面胜过它，特别是非常重要的温度稳定性能。

第三，到目前为止，表面声波是借用其它器性现成的封装方式，要想充分发挥其轻、小的特点，还必须改进封装。再者，为减小杂散信号，直通讯号，提高性能，减小老化，也有必要发展表面声波器件自己的封装系列。

第四是可程序问题。表面声波器件虽具有十分多样化的信号处理能力，但对于一般

线性器件，一旦电极图形在表面上光刻形成，其功能也就固定，这不能适应日益增长的对功能可以随时由程序加以控制的要求。

第五是频率问题。表面声波器件刚出台时，以中心频率高，绝对带宽大的特点经受住了电耦合器件、数字电路等的挑战。随着超大规模集成电路速度的日益提高，声表面波器件所受到的威胁也越来越大。高温超导体的出现也使人们开始重新考虑高频超导信号处理器件。适用于高频的静磁波器件性能的不断改进，成为表面声波器件的另一竞争对手。所有这些归总到一点，就是要求表面声波器件提高其中心频率，增大其绝对带宽。如果做不到这一点，长远说来，就可能有一天被其它器件所取代。

以上这些缺点的克服就成为表面声波工作者在近期内的努力目标。或者说，在表面声波领域内，还有不少问题有待于研究解决。

表面声波器件的发展现在可以说开始步入第三阶段。其特点是表面声波器件以其特性反过来影响系统工程师所制定的方案，而不是单纯地取代系统中原有的器件。这样就使得其应用更为合理，同时也反过来对表面声波器件的设计和制造提出更高的要求。例如电视系统中有中频滤波器，也有色度延迟线。这两个器件的分别存在反映了电视系统设计时未考虑表面声波器件能同时独立地满足一定的幅频响应和一定的相频响应这样的能力，事后才用表面声波器件来代替原计划中的滤波器。又例如，数字通讯工程师在了解表面声波器件的能力后，便开始以这为基础设想一些新的方案，如四相振幅调制体制为了用模拟信号表示数码能有最小的带宽和最小的串码可能，对滤波器响应提出严格的要求，要响应有精确的分布而不仅是划分通带阻带而已。于是对表面声波器件设计、制造提出了更高的要求。从这例子也可以看到，数字化虽然从一般意义上讲是表面声波

器件的竞争对手，但在近期内却需要表面声波器件的帮助，促进表面声波的发展。表面声波器件向民用发展的趋势虽在第二阶段进行得不理想，但并不是说它不宜于民用。这就激发起人们努力去克服障碍。所以第三阶段也许还有一个特点即表面声波器件将把重点从军品转向军民并重。

三、表面声波器件未来可能的批量市场

表面声波器件虽有批量小时成本太高的弱点，但它也有不少优点，如性能稳定，不需要调整，便于批量生产，重复性好等。在当前电路集成化、积木化的时代中，一些集成块难以完成的功能块(如谐振器)便成了一大问题。而表面声波器件恰好补充了这一空缺，形成滤波块、解调制块等。在数字电路尚未能完全排斥它的期间，超大规模集成电路的发展愈益促进了对表面波器件的需求。因此在军品方面，表面声波在电子对抗、扩频通讯、卫星通讯等领域中的开发应用还正方兴未艾。但在民用产品方面，除了电视中频滤波器外，还可能会有那些产品具有批量的市场，这是人们所关心的一个问题。

1. 电视系统始终是一个巨大的市场^[1]。应该看到，目前大量流行的这种普通电视系统在国内还有相当销路，在国际市场上已不是重要的发展方向。电视系统中的国际市场应把目光放在一些新产品上，下面作一简要讨论。

一种是卫星直播电视，在先进国家中，这是一种时髦的商品，而在面积广阔，人口分散的发展中国家里，也需要它。由于用一块集成电路进行频踪调谐、频率转换已成为可能，家用卫星直播电视行将普及。它多半会需要在400-600兆赫进行中频处理的表面声波滤波器，调频解调制可能会用表面声波振荡器，在第一混频中也要求有频率稳定的本地振荡。

一种是电缆电视。电缆电视(或闭路电视)，中原来所用的信号变换器现在正在酝酿一种新的体制代替它，因而可能要用很高频率的表面声波滤波器。

再一种是高分辨率电视。它要求表面波滤波器增大绝对带宽到30兆赫以上。

电视的又一种趋势就是提高中频，以减小镜象假讯号，这将对表面声波器件提出新的要求。

2. 移动通信。目前在西方国家中，移动通信正是一个热门的发展产品，如汽车电话，手提电话等。此外，手持交换机，近距离无线电控制系统等也具有类似的性质。在这些系统中常常需要表面声波滤波器来加大邻频道控制，减小杂散信号干扰，而又不希望采用笨重的螺旋滤波器和不够稳定的LC滤波器。其关键是要有损耗小而无需外调谐的表面声波滤波器。性能能够满足要求的话，最好还能用它做成双工器。表面声波振荡器也在移动通讯中占有一席之地。此外，即使在民用通信中，通信的安全保密要求越来越强烈，因此表面声波器件廉价地解决数字化和扩频通信问题也是一个课题。这里牵涉到的不仅是滤波器、振荡器，也会要求抽头延迟线和卷积器等。

3. 广播系统和视听系统，数字式磁带和唱片的销路激增，说明人们对高质量视听的重视。因此，电视广播和立体声广播的数字化也是一个重要方向，如前所述，信号的数字化需要有精确频率响应的滤波器来保证其最佳方案的实现。

4. 另一个潜在的市场是电子仪器^[2]。美国惠普公司(HP)已经成功地将表面声波谐振器做成压控振荡器，获得很纯的频谱，很低的相位噪声，从而用在频谱分析仪，噪声指数计、频率合成器，毫米波谱分析仪和载频噪声测试系统中。将表面声波振荡器锁定在频率非常稳定的低频体波石英振荡器上，体现了十分优良的性能，为各种电子仪

从孤立波到非传播孤立子

王本仁

(南京大学声学研究所)

本文概述孤立波和孤立子的发现和发展过程。非传播孤立子的特征,以及它们在非线性和学科中的重要作用。

孤立波现象虽则出现得很早,但是到今天似乎应该这样说,它们是伴随着非线性性质的发展而日显重要。特别是近年来,越来越多的事实表明,孤立子和确定性混沌是两个在非线性问题上极其迅速发展的方向。且几乎涉及物理学的每一分支,诸如流体力学,光学,声学和等离子体物理等。也扩及化学,生物学及生态学。于是一门新的课程——“非线性物理”,正在逐渐从物理课程中

分离出来。到今天,一个物理学家可能说“世界是非线性的”。

一、孤立波地发现

由苏格兰科学家和工程师Scott Russell在1834年所偶然观察到在狭河道中前进的小船的船首,因被船推动而出现的大水堆。在船停下来后,它依然集聚成一平滑而轮廓分明的孤立波峰,急速离开船首,滚动着进行,并

表的应用显示了光明的前景。

5. 还有一种可能的应用就是用表面波抽头延迟线来做无线电编志器,为汽车或集装箱等商品编号,识别仪器向后发出一个脉冲信号,表面声波器件就能应答出一个码,以表示该汽车或该商品的编号。

四、结语

以上所述,表面声波器件大约有以下几个趋向:

1. 频率向高频移。以民用而论,近期内提高到400-600兆赫以至1000兆赫左右已是日益明朗化的需求。至于军用,最好提高到几千兆赫甚至几十兆兆赫。

2. 降低滤波器的损耗。表面声波器件虽有优良的滤波功能,但其高损耗大大限制了它的应用。设法降低损耗同时保持其优良的滤波功能这个课题现在正是许多科学家在钻研的问题。

3. 提高表面声波振荡器的频率稳定度。寻找新材料、新切向以获得更高的温度稳定

性能一直是人们在研究的问题。

4. 由于对表面声波器件性能的要求愈来愈高,对二级效应的补偿,设计、制作提出了更严格的要求。

5. 封装的改进。

9. 研究性能可程序控制的表面声波器件。

7. 开发新的波型的表面声波器件。例如漏表面波、斯乐莱波等等。

8. 特别值得一提的是用表面声波驱动半导体中载流子的研究正在引起很大的注意。

总之,在近期内,表面声波器件还将继续发展,开拓新应用,并要求研究工作相应地解决问题,保证它们前进。

参 考 文 献

- [1] Hartmann C.S. Proc. of IEEE ultrasonics symposium, 1985
- [2] Bray, R.C Proc. of IEEE Ultrasonics Symposium, 1986 p'299