

SONY®



C C D
摄 像 机 上
论 文 集

SONY

CCD摄像机论文集

上 集

(文章)

Sony Corporation, Japan (日本索尼公司)

情报机器事业本部 海外营业部门 中国部 编

前 言

1986年4月在美国NAB展览会上，SONY作为正式商品在世界首次发表了广播专业用三板式CCD(电荷耦合器件)彩色摄像机(BVP-5, DXC-3000)。在此后不到三年的时间里，三板式CCD摄像机就得到了全世界摄像机用户的大力支持和爱用，现在，甚至包括要求画质最高的演播室用摄像机在内，三板式CCD已开始取代摄像管。自1970年美国贝尔研究所的勃依尔先生和史密斯先生发明CCD以来，经过16年的变迁，CCD时代的序幕终于戏剧性地揭开了。

SONY从CCD被发明的同年年底开始，就着手了CCD的研究，这是因为充分认识到在电视技术行业里CCD摄像元件的重要性而采取的决策。从那时起，SONY在CCD技术开发领域就开始起主导作用。

研究开发CCD困难重重，当初拍摄出来的人像效果如同幽灵一般。当终于能够摄出五个手指时，技术人员们都欣喜若狂，陶醉在那取得的一点点成绩的幸福之中。

最初CCD灵敏度极低，在强烈的灯光下，由于热实验用被摄体的玩具都引起了变形。也许是在严酷的照明下搞开发研究而带来的祸灾，曾经有一位年轻的技术人员，在几年的时间里就失去了自己宝贵的黑发……这就是我。……这也许是我吹嘘(笑)。由此，可以看出当初的CCD灵敏度是相当低的。也可以看出如此低劣的灵敏度，经过反复研究开发，发展到今天甚至可以比摄像管高一挡光圈的CCD是多么不易。当堆积如山的问题，杂波、开花模糊和拖影被一个又一个地攻破后，展现在技术人员面前的是如同珍珠和宝石一

样的一个个摄像元件CCD，这是年青的技术人员以自己的青春为赌注，才换取了这样的伟大成果。

举一例说明，我们都知道的硒砷碲式摄像管尽管在当时曾被称为很了不起的发明，但从它最初进入市场到真正被用户们所承认竟花费了10年的岁月。而CCD呢？仅用三年时间，就居然要取代摄像管。毫无疑问，这是因为摄像行业的专家们完全被CCD所具有的优越性所吸引，除了被摄像特性、使用方便，耐用等最基本的性能所吸引之外，电子快门等最新功能也是重要原因。

本书将对新时代电视摄像机的主角—CCD做全面的技术介绍。本书并不是搞半导体专业人员的专业书刊，而是为了使摄像技术人员和用户便于更正确地理解和更好地使用CCD摄像机和了解其背景而编辑的书刊。为了便于理解，本书还登载了必要的重要技术用语。

摄像机事业部 部长

名雲文男

1989年7月24日

《SONY CCD 摄像机论文集》

上集(文章)

目 录

〈前言〉

SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)

摄像机事业部 部长 名雲文男

〈导入篇〉

SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)

情报机器事业本部 海外营业部门 中国部

1. SONY的CCD摄像机世界第一导入- 1
2. SONY的CCD芯片世界第一导入- 5
3. CCD摄像机的应用范围如此广泛导入-10
4. CCD摄像机的历史和将来导入-14
5. CCD技术革新改变了摄像机——与摄像管的彻底比较导入-19
6. 通俗讲义——CCD摄像机的原理和特长导入-22

〈论文篇〉

1. CCD摄像机的现状和未来——固体摄像元件的应用论文1-1
 在第29届电视图像特别部会议上的报告(1986年)*
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 摄像机事业部 部长 名雲文男
2. CCD技术简介(1986年)*论文2-1
 SONY CORPORATION, AMERICA(索尼美国公司)
 高级工程师 I. SHELDON
3. CCD摄像机指南(1987年)*论文3-1
 SONY CORPORATION, AMERICA(索尼美国公司)
 高级工程师 L. THORPE
4. 广播级CCD摄像机新型CCD的发展(1988年)论文4-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
5. 高分辨率HADS CCD摄像器件的发展(1988年)*论文5-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 高级工程师 田村英二
 SONY CORPORATION, AMERICA(索尼美国公司)
 高级工程师 L. THORPE

- 6. **CCD摄像元件的性能(1988年)***论文6-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 CCD事业部 主任工程师 浜崎 正治
- 7. **CCD摄像元件及其应用举例(1988年)***论文7-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 CCD事业部 开发设计课
- 8. **广播级CCD摄像机BVP-7的性能及概要(1988年)***论文8-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 高级工程师 田村英二
- 9. **广播专业两用CCD摄像机DXC-M7P简介(1988年)**论文9-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 情报机器事业本部 海外营业部门 中国部
- 10. **IT型CCD摄像机的工作原理——以DXC-3000P为例——(1986年)**论文10-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 技术推进部
- 11. **FIT型CCD摄像机的工作原理——以BVP-50P为例——(1987年)**论文11-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 技术推进部
- 12. **新型IT型CCD(HADS)摄像机的工作原理(一)——以DXC-M7P为例——(1988年)** 论文12-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 技术推进部
- 13. **新型IT型CCD(HADS)摄像机的工作原理(二)——以BVP-7P为例——(1988年)** ...论文13-1
 SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)
 技术推进部

<附录>

SONY CORPORATION, JAPAN(日本索尼公司)

情报机器事业本部 海外营业部门 中国部

- 1. **CCD摄像机英日词汇对照表**附录-1
- 2. **CCD摄像机词汇简释**附录-2

(注)* 均为NTSC制式, 请读者在阅读时参照我公司新近发行的PAL制式有关资料。

1. SONY的CCD摄像机世界第一

1-1. 全世界的专业用户都选择SONY

1989年3月，SONY广播业务用3板CCD摄像机的产量突破50,000台。SONY的广播业务用3板CCD摄像机问世不过二、三年，却赢得了全世界专业用户的热烈欢迎，取得了同类机种世界第一的市场占有率。SONY的广播电视用3板CCD摄像机几乎为日本所有103家民间电视台采用，仅ENG领域广播业务用摄像机的市场占有率（包括管式摄像机）就超过了65%，如将NHK的数字包括进去的话，此占有率就达到75%的绝对优势。SONY的摄像机正在急速向CCD转换〔注1〕。

根据美国1988年的统计〔注2〕，在5,000美元以上的广播电视用摄像机领域里，SONY占31.1%，87年购入的广播电视用摄像机中有54.1%为SONY的。不言而喻，其中多为CCD摄像机。

根据我公司在欧州的统计，SONY广播电视用CCD摄像机的市场占有率约为70%；在中国，CCTV为90年亚运会大量采用了SONY的广播电视用3板CCD摄像机，各地电视台也有SONY的广播电视用3板CCD摄像机在活跃。这些情况表明，目前在世界上至少有50,000×X(2,3...?)以上的专业工作者正在使用SONY的广播电视用3板CCD摄像机，这是对SONY广播电视用3板CCD摄像机可靠性、使用性的最好证明。

CCD芯片是CCD摄像机的心藏，关于CCD最早的研究报告是美国贝尔研究所的勃依尔

〔注1〕 根据杂志《广播统计》。

〔注2〕 根据杂志《电视文摘》。



摄录一体机CCD-V90问世。

将此新型CCD改良并用于专业领域的是业务、广播两用机DXC-M7和可广范用于ENG、EFP及演播室的机动性强的BVP-7。这种新型CCD具有40万像素，水平清晰度达到700线，在世界上首次实现了IT方式下可变速电子快门的功能。这种CCD的出现，显示了CCD的新发展和摄像机领域里的技术革命。

1989年，在上述进步的基础上，采用FIT方式CCD的BVP-70、初代演播室专用CCD摄像机BVP-270/370发表。至此，专业领域里的CCD摄像机构成充实，表明了CCD摄像机时代的真正到来。

如对上述历史稍加注意，便可发现如下事实：在CCD摄像机商品化的发展过程中，总是家用机先行，而后专业机登场。这与CCD芯片的开发具有深刻的关系，即：包括CCD在内的半导体生产法则是：大批量才能低成本、高质量。与SONY独自生产录像机和录像带而能最大限度地发挥、保证录像机的性能、质量一样，SONY独自开发、生产摄像机及其心藏CCD。CCD最大的需求来自家用摄像机，对SONY来讲也就是以8mm为主的摄录一体机，这与全世界广大用户有着密切的关系。例如在8mm问世以来五年时间里，SONY在日本国内的三个生产工厂投资共达100亿日元，在法国、西德的二工厂计划今年月产量提高到25万台，并准备不久进一步发展到30万台。1988年全世界的家用摄录一体机的供给量为640万台，预计今年将增长30%以上。根据这样的发展，SONY确立了今年月产50万CCD的生产体制(详细后述)。

SONY基于上述大量生产法则，以在需求上占绝大多数的家用摄像机为先导，低成本、高质量地生产CCD，并将其中优选改良者用于专业摄像机。也就是要能为生产CCD而进行巨额投资，要拥有与生产规模相符的家用摄像机世界性市场，在此基础上还要拥有将专业摄像机商品化的尽可能多的经验和尽可能高的技术。这是摄像机技术革新领域的三步曲，只有这样的厂家才能制造出可靠性强的专业摄像机，迎接新时代。这也可称为自下而上法则。



目前，世界上的专业摄像机为数不少，但如上述三要素缺少任何一个，也不能称之为好的摄像机。如有的厂家的CCD的水平像素达到了600，然而摄像机的水平清晰度却只有450线。这是因为如果无有将3片CCD精确装着于基座的技术，如何改造CCD也生产不出好的摄像机。SONY装着CCD的精度达到亚微米，加之独自的空间偏置技术，因而使摄像机的清晰度达到了700线。再如尽管有的厂家是专业摄像机专门厂家，但是因其不能生产CCD这一摄像机的关键部分而依赖其他厂家供给，这样就曾出现过因CCD供给问题而取消预定销售机种的情况。因此，用户当然不能放心地引进这样厂家生产的摄像机。由此也就明白了世界上有五万多要求极严的专业用户为何选用SONY的CCD摄像机的秘密。



2. SONY的CCD芯片世界第一

2-1. 参观SONY在九州的CCD工厂

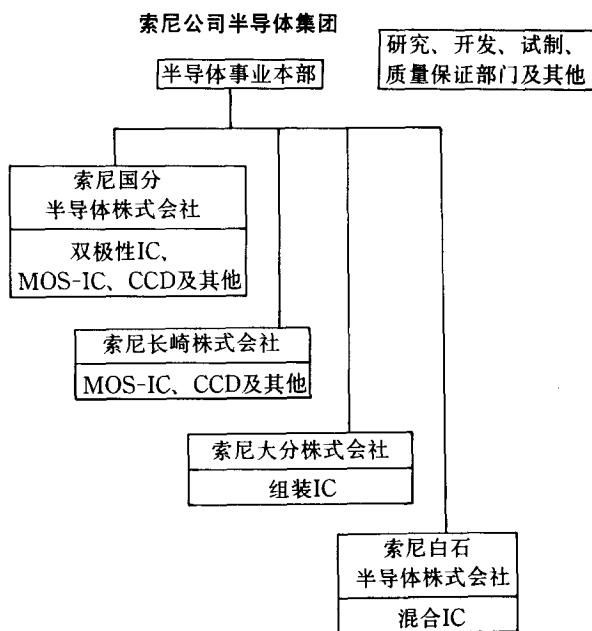
百闻不如一见，最有说服力的还是请各位实地考察。但是，路途遥远、机会有限，只好以此探访记向各位介绍，请各位“纸上见学(参观)”。

采访42万个像素的高精度CCD(电荷耦合器件)制造生产线

自1948年发明了半导体已有四十年。索尼公司(当时的公司名称为东京通信工业株式会社)于1953年从WE(西部电子)公司获取半导体专利的使用权。1955年1月，索尼公司在日本首次成功地制造了袖珍式全半导体收音机「TR-52」。从此，在三十多年的历史进程中，索尼公司的半导体集团为支撑领先地位的索尼商品，进行了独创性的技术开发。

现在，半导体作为向极限挑战的最尖端技术，在各个领域成为不可缺少的存在。

作为索尼半导体集团核心的半导体事业本部在神奈川县的厚木工厂内，该事业本部具有研究·开发、试制·生产、技术支持、质量管理等部门。另外，生产半导体的主力是被称为日本的硅岛的九州·鹿儿岛县国分的索尼国分半导体株式会社和九州·大分县国东的索尼大分株式会社，从今年夏天开始生产的九州·长崎县谏早的索尼长崎株式



会社，还有作为东北地区的据点——宫城县白石的索尼白石半导体株式会社。

这次有机会参观访问索尼公司中生产半导体的主力工厂的索尼国分半导体株式会社。

这里介绍作为8毫米摄像机、DXC-M7摄像机的摄像元件而被采用并实现了高清晰度和良好彩色重现性的总像素数达42万个的高精度CCD的制造生产线。

42万个像素高精度CCD摄像元件的制造过程 [请参照下集彩色照片]

1. 氧化·扩散

氧化：将单晶硅片放入超过摄氏一千度高温的氧(O₂)汽化炉内使其表面长出二氧化硅(SiO₂)膜。

扩散：另外，在后述的注入离子的工序后，被打入的不纯物(是指要使半导体材料内部变为N型、P型性质的元素)在单晶硅内部进行热扩散。

2. CVD (化学汽相淀积)

利用气的化学反应在硅片上粘附绝缘体。

3. 照相蚀版

涂上感光树脂，使用玻璃屏罩使其形成在下一个工序所需要的图案。

4. 注入离子

将气状的不纯物离子化并将其需要量注入到硅片内的规定深度。被遗留下来的光敏抗蚀部分形成图案并阻止不纯物进入硅片内。然后反复进行①~④的工序达十几次以上。

5. 铝淀积

作成光电屏蔽膜使光线照射只限在硅片上，形成CCD传感器电极配线和传感器部分。

此工序在真空中进行。

6. 片子检查

利用检测仪把片子状单晶硅检查CCD元件能否正常工作。

7. 切片

按(集成)电路片尺寸切割硅片。切割时把硅片粘贴在胶带上用金刚石切刀进行切割。



8. 小片焊接

把一个一个的CCD片焊接在组件基座上。

9. 连线

CCD片上的电极与组件电极以线连接。

10. 密封

CCD是微弱光敏器的集合体。粘上微小尘埃，也不能获得正常图象，因此用薄玻璃板加以密封。

11. 检查

对CCD来说，尘埃始终是个大敌。最后的检查工序也当然在净化车间内进行。

2-2. SONY CCD工厂的最新情报

索尼公司通讯及消息

索尼公司 广报室

1988年12月5日

CCD摄像元件的月生产能力达到50万个

索尼公司长崎分公司也开始流水线生产

索尼公司决定在索尼长崎分公司开始CCD摄像元件的流水线生产(前期加工及后期加工)，具体步骤是从1989年1月开始生产晶片，89年夏期以后生产线正式运转时将确立月产量50万个的体制。

索尼公司长崎分公司为这次增加CCD生产所投入的后期生产设备投资额达30亿日元。

索尼公司于1980年初在世界上首次把CCD彩色摄像机「XC-1」实现商品化，在1983年在同行中领先投入CCD摄像元件的批量生产，1985年实现了8毫米摄录机「CCD-V8」的商品化。由于小型、高性能、操作方便的特点，CCD摄像元件市场的规模急剧扩大，全世



界的需要量在1988年达到750万个，在1989年估计达到1000万个的需要量。我公司为满足急剧增长的市场需要，决定加强生产体制。

索尼长崎分公司是MOS系统的最先端前期加工批量生产的工厂，于1987年12月4日开办，其生产量迅速增长，1988年10月正式投入生产。1989年初开始准备出厂SRAM制品。

● 索尼长崎(株式会社)的概况

| | |
|------|-----------------------------|
| 创办时间 | 1987年12月4日 |
| 法定代表 | 代表董事专务 加藤俊夫 |
| 地 址 | 长崎县谏早市津久叶町1883-43 |
| 占 地 | 总面积98000平方米 建筑面积24500平方米 |
| 生产业务 | 制造半导体元件 |
| 资 金 | 4亿5千万日元 |
| 职工人数 | 约350名 |

● 索尼国分半导体(株式会社)的概况

| | |
|------|------------------------------|
| 创办时间 | 1973年8月1日 |
| 法定代表 | 代表董事总经理 山本干男 |
| 地 址 | 鹿儿岛县国分市野口北5-1 |
| 占 地 | 总面积120000平方米 建筑面积43000平方米 |
| 生产业务 | 制造半导体元件 |
| 资 金 | 25亿日元 |
| 职工人数 | 约1900名 |



● 参考

CCD(Charge Coupled Device 电荷耦合器件)摄像元件：

这是光量转换成电信号的半导体光敏器的一种。最近的摄像机多用CCD摄像元件取代过去使用的电子管方式的摄像管。

因为是半导体,所以与电子管相比较,具有①长寿命 ②高稳定性 ③小型 ④轻便 ⑤低残像 ⑥无图像失真,抗机械性震动,抗冲击 ⑧不易受灼伤影响等许多优点。



3. CCD摄像机的应用范围如此广泛

8mm摄录一体机

8mm格式的单板CCD彩色摄录一体机具有摄像、录像、重放三种基本功能，小型轻量多机种，深受广大用户的欢迎。

1989年6月应市的SONY的CCD-TR55**大小仅如护照，重量仅790克，在重量和性能方面均达到了空前的水平。小型一体机用于旅行、家庭记录等给人们带来了极大的欢乐，预计仅日本国内1989年的需要量就达170万台。

在美国最近的宇宙探检飞行中，宇航员用SONY的8mm摄像一体机CCD-V9（即CCD-V90），成功地摄制了地球形态及佛罗里达半岛的鲜明图像。当地电视评论说：“本次飞行有诸多的科学成就，摄取大量宝贵资料所用的摄像机一千五百美元即可买到。”

高带8mm摄录一体机(超8)

作为教育、业务及电视台等部门简单采访用或备用，名为Hi8(超8)的高带8mm一体机引起了人们极大的兴趣。本格式清晰度超过400线(NTSC)，可与U-matic, Betacam连用，并可直接进行高精度的时码编辑。EVO-9100**为一体型CCD摄像机，需要更高画质者可选用录像机EVO-9000**与3板式CCD摄像机DXC-325组成一体机。磁带最长可录放2小时。编辑中如用编辑放机EVO-9800**，便可以复制接口与U-matic机直接编辑，还可进行加用RM-450或RM-440(RM-450可直接接用9芯电缆，RM-440需另购适配器方能接用)编辑控制器的编辑。预计PAL制式的机种不久也将使问世，这将使机动、经济的专业采访成为现实。

[注] 文中有*者为其他公司产品。

文中有**者为至1989年6月的我公司NTSC产品或尚未正式开始向中国销售的PAL制产品。

无记者PAL制产品我公司目前也在销售(型号后有P者为PAL制式，本文为统一起见省略了P)。



女演员和泉雅子最近远征北极归来，成为日本踏破北极点的第一女性。此远征的全过程均以SONY的Hi8一体机CCD-V900摄制，并编辑成特集在电视台播放。摄像人员说：“开始时是以专业机摄像的，但因其笨重，加之冰雪交通车打滑，很难操作。后来换用了高带8mm机，非常轻便，想摄时马上就可以摄。”

Betacam SP摄录一体机用摄像机

这是以世界各电视台为中心，广泛用于ENG/EFP领域的BVP(BVW)系列摄像机。本系列机具有图像质量高、机动性强等特点，充分发挥了CCD摄像机的优越性，作为新闻采访的主力机种持续畅销。当然，本系列机也可作为单机使用。有关事例不胜枚举，此处仅述几例。

1988年汉城奥运会时，水中芭蕾的摄像就是以BVW-200进行的。此机非以往的组合式一体机，它装于水中遥控装置中使用。在日本，这样的遥控摄像机被广泛用于体育，如装在摩托车上进行马拉松转播。在珠穆朗玛峰登顶的电视转播中，使用的是设置在特制登山帽上的小型CCD摄像机*，基地的转播使用的是BVP-5、BVP-50等。最近，完全一体机BVW-300也已发表，其摄像部分与BVP-7相当接近700线，而重量仅6.9公斤，大大提高了功能、减小了摄像人员的负担。BVP-7、BVP-70也可用于演播室，CCU等外围设备充实。另外，还有用于特殊用途的10倍高灵敏度摄像机BVP-7000HS**，机头、机体可分离的摄像机BVP-T7**等。

演播室用CCD摄像机

将BVP-7和BVP-70的CCD技术与BVP-350和BVP-360的演播室摄像机技术综合、完善，SONY开发出了高水平的演播室用CCD摄像机，其型号为BVP-270**和BVP-370*。至此，久为各界用户期待的演播室用CCD摄像机时代来到了！

在外围设备方面，拥有摄像机遥控器CCU-370**及最多可以连接15台CCU的主机控