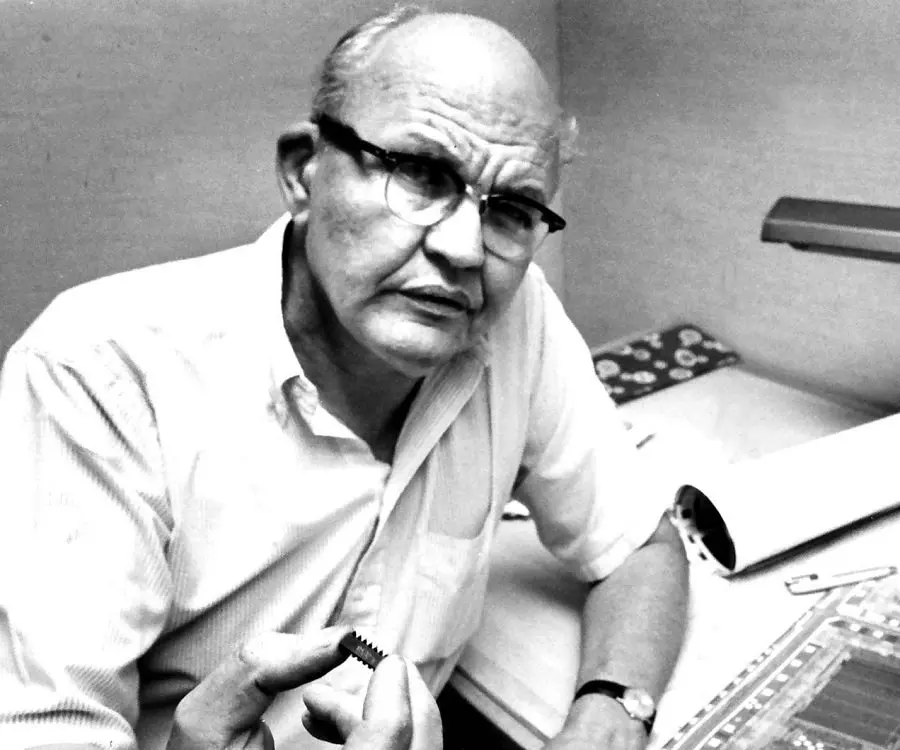
作者：Jack老钱  
链接：https://www.jianshu.com/p/ec71c5033350  
来源：简书  
著作权归作者所有。商业转载请联系作者获得授权，非商业转载请注明出处。

科技进步总是由一连串梦想推动的，集成电路也不例外。有了固态电子器件晶体管之后，集成电路的出现是迟早的事。常用的电路一般由五种器件组成：具有放大作用的晶体三极管、具有整流作用的晶体二极管、电阻、电容和电感。电阻、电容和电感，人们在20世纪之前就很熟悉了；晶体二极管早在19世纪下半叶，人们就会制造了；到了1948年，晶体三极管也被贝尔实验室的肖克利、巴丁和布莱顿(Walter Houser Brattain)发明了。于是，怎么把这些器件做在一起，再按电路功能连接起来，就成了一件非常重要的事了。

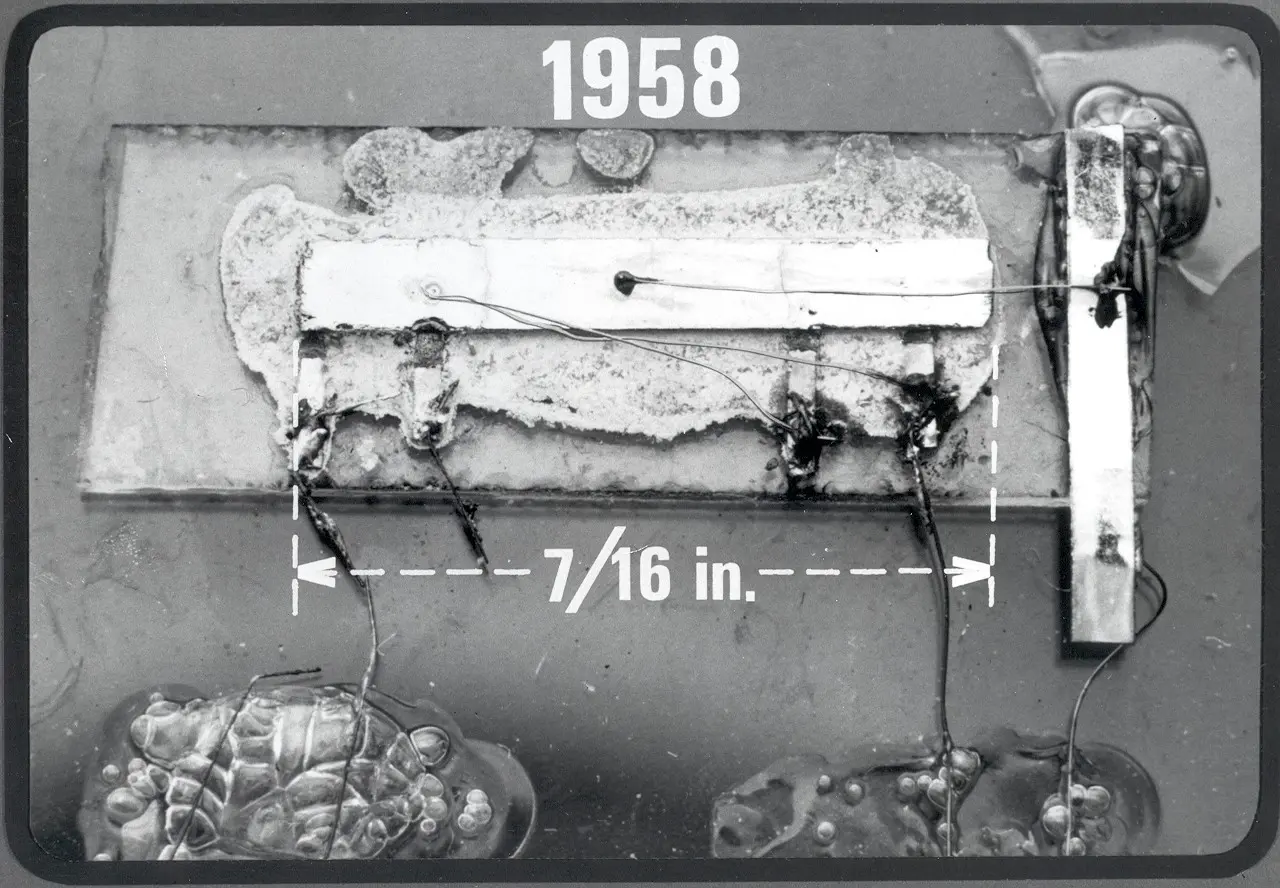
1952年，英国皇家雷达研究所(Royal Radar Establishment)的杰夫·达默(Geoff Dummer)就提出了集成电路的想法：把一个电路所需的晶体管和其它器件制作在一块半导体上。但这是一个人人都能想到的想法，但没人能找出一种工艺来实现它。



1958年5月，基尔比加盟了当时刚从海上石油钻探设备转行到电子设备上的德州仪器。TI从贝尔实验室取得了制造晶体管的专利许可，第一个制造出了硅晶体三极管。TI也是美国国防部的电子设备微型化计划的合作伙伴之一。TI是当时最大的硅晶体三极管的制造商。基尔比觉的TI的阿德考克研发小组，“已经准备好了做出一些与众不同的事情。”在基尔比眼里，威利斯·阿德考克(Willis Adcock)是一个非常严肃认真的工程师。阿德考克小组正在为军方做一个叫“微型模块”(Micro Module)即平面电子器件的项目。基尔比对此没什么兴趣。但因为刚刚加盟TI，基尔比没有多少假期，TI位于极其炎热的德州达拉斯(Dallas, Texas)，暑假期间绝大部分员工会去度假。基尔比因为是新员工没有多少假期，因此无法和其他员工一样去别处度假避暑。整个TI只有极少数人在工作。基尔比此时正好有时间静静地思考如何开发自己感兴趣的新工艺。

基尔比有十年的制造印刷电路的经验，他很清楚TI的竞争力在于硅，但硅工艺的缺点是造价高。他很快就认识到了TI最好的电子产品将是在硅片上制作出各种不同的电子器件，再把它们连接起来。当时的形势是：每一种基本器件，都已有了制造它的最好材料。但基尔比的直觉告诉他，电路所需的所有器件都可以用硅一种材料来制作。

1958年7月24日，基尔比在工作笔记上写到：“由很多器件组成的极小的微型电路是可以在一块晶片上制作出来的。由电阻、电容、二极管和三极管组成的电路可以被集成在一块晶片上。”利用当时由贝尔实验室开发出的扩散(Diffusion)技术和物理气相沉积(Physical Vapor Deposition)技术在一块晶片上实现这几种器件，并非难事。



基尔比发明的第一个集成电路--Phase-Shift Oscillator

1959年2月6日，TI的专利代理人将一份内容广泛的“微型电子线路”的专利申请递交给了美国联邦专利局。该申请材料称：“与过去的微型电子线路相比，该发明是基于全新的、完全不同于以往任何微型电子线路的理念。根据这一全新的工艺来实现微型电子线路，只需要一种半导体材料就能将所有电子器件集成起来，并且其工艺步骤是有限的，易于生产的。”

1959年3月，在美国无线电工程学院(IEEE的前身)年会上，TI向新闻界发布了他们的革命性发明——“固体微型电子线路”。基尔比的助手谢泼德宣布：“这是TI开发的最有意义的技术成果，因此我们宣布集成电路在商业上是可行的。”

基尔比在诺贝尔奖获奖感言中，把当时的微型电路工艺归纳为三类：一种方法是把各种器件做成同样大小和形状，使电路连接变得很简单；第二种方法是用薄膜来制造各种器件，不能用薄膜做的器件后加上去；第三种方法更为彻底，就是在一种材料中，制造出一种全新的结构，并用它做出一个完整的电路。他在获奖感言中提到，要是诺伊斯还活着的话，肯定会和他分享诺贝尔奖。

1959年1月底，仙童半导体(Fairchild Semiconductor)的诺伊斯也有了集成电路的想法。诺伊斯曾是肖克利公司的技术负责人，仙童半导体著名的“叛逆八人帮”领袖。他的想法基于仙童创始人霍尼(Jean Hoerni)的平面工艺(Planner Process)和硅晶片上的扩散技术。平面照相技术是在硅片上加上一层氧化硅作为绝缘层，然后，在这层绝缘氧化硅上打洞，用铝薄膜将已用硅扩散技术做好的器件连接起来。这样的话各器件之间就会有良好的电绝缘，而且绝缘氧化硅可以保护硅片上的器件。但是这一工艺只适用于硅晶体。

1959年1月23日，诺伊斯在他的工作笔记上写到：“将各种器件制作在同一硅晶片上，再用平面工艺将其连接起来，就能制造出多功能的电子线路。这一技术可以使电路的体积减小、重量减轻、并使成本下降。”

把器件制造在同一晶片上，基尔比和诺伊斯的想法相同，在器件的连接问题上，诺伊斯的想法领先于基尔比。这是因为仙童的霍尼此前已经发明了平面工艺，而TI则没有这一关键工艺。尽管，基尔比先于诺伊斯申请了集成电路的专利，但因为有了平面工艺来连接各个器件，诺伊斯的工艺领先于基尔比的工艺。

当时对集成电路有三种反对意见：首先，集成电路的需求和产量都太小，无法获利，当时只有10％的晶体管厂家能在晶体管生产上获利；第二，集成电路并没有充分利用材料特性，比如半导体就不是最好的电阻材料；第三，很多人觉得晶体管这么好的器件不应和其他器件在一种材料上混用。这些都有一定道理。还有很多在大公司工作的人认为半导体集成电路的成功将导致很多电路设计工程师失业。不过，集成电路成功后，电路设计工程师不但没有失业，需求反而大大增加了，只是他们的工作性质稍有不同。

转折点来自军工产业。两个巨大的军工工程计划——阿波罗登月计划(Apollo Project)和“民兵”(Minuteman )导弹开发计划，大大促进了集成电路的发展。阿德考克和TI非常支持集成电路的开发。TI宣布了它们的比火柴头还小的器件，并和空军分担研究费用。因为该器件能用在“民兵”导弹上的小型计算机中。

1964年，只有几家最先进的公司在生产集成电路，他们试图推广集成电路的应用。但很快集成电路就成了业界主流。集成电路取代了晶体管，为开发各种功能的电子产品铺平了道路，并且大幅降低了成本，第三代电子器件从此登上舞台。集成电路也使微处理器的出现成为可能，计算机终于有机会走进千千万万普通人家了。