

冯·克利青和量子霍尔效应

卢因诚

(北京市半导体器件研究所)

联邦德国马克思·普朗克协会固体物理研究所教授冯·克利青 (Klaus von Klitzing) 因发现量子霍尔效应而荣获 1985 年诺贝尔奖金物理学奖。

1943 年 6 月 28 日,冯·克利青出生于 Posen 附近的 Schroda. 在 Braunschweig 技术大学学习物理. 1972 年在 G. L. Landwehr 教授指导下在 Würzburg 大学取得博士学位. 其后在该校工作, 并曾在英国牛津大学从事科学研究工作. 1978 年他在 Würzburg 大学取得授课资格. 此后, 他曾试图在工业界谋求职位. 就在这时, 出现了海森堡计划, 这是一个由德国研究学会和马克思·普朗克协会共同制定的, 旨在促进有才华的年轻科学家成长的特别计划. 冯·克利青博士获得海森堡计划奖学金, 并在 Würzburg 大学研究金属-氧化物 (MOS) 结构中的量子输运效应. 开始时并没有十分引人注目的研究成果, 这是因为他在 Würzburg 所使用的强磁场还不够强.

1979 年 8 月, 冯·克利青博士作为马克思·普朗克协会固体研究所的客座科学家, 在该研究所设在法国的 Grenoble 的强磁场实验室工作. 他的博士论文导师 G. L. Landwehr 教授当时已接任了这个实验室的领导职务. 冯·克利青博士在该实验室工作时, 原来所要寻找的是不同条件制备的半导体样品如何影响着它们的不同的电学性质, 然而他的发现却恰恰相反.

在冯·克利青发现量子霍尔效应的一百年前, 即 1879 年, John Hopkings 大学的学生霍尔 (Edwin Hall) 发现了霍尔效应. 霍尔效应原理如图 1 所示. 霍尔当时进行实验时用的是一块长方体形的导体, 按图 1 所示的方向施加

磁场并通以电流, 这时载流子在洛伦兹力的作用下产生与电流方向垂直的运动, 并在端点 3 与 5 之间出现霍尔电压.

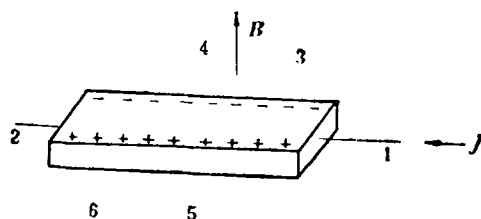


图 1 霍尔效应原理

冯·克利青博士的实验样品是金属-氧化物-半导体场效应晶体管 (MOSFET 管). 用于实验的 MOSFET 管是他在 Siemens 公司工作的一位朋友那里要来的. 冯·克利青用于测量 MOSFET 管的霍尔效应的实验装置的示意图见图 2. 测量所用的磁场强度高达 20T.

实验是在 1980 年 2 月 5 日凌晨两点钟进行的, 因为只有深夜里其他磁体不工作时, 他的磁体才能达到如此高的磁场强度. 在实验过程中, 冯·克利青惊喜地发现: 在强磁场 (例如 13.9T, 18.9T) 和低温 (例如 1.8K, 1.3K) 下, 在 MOSFET 管的霍尔电阻和栅压之间的关系曲线上出现一个霍尔电阻“平台”, 即出现一个栅压区间, 其中霍尔电阻为恒定值:

$$R_H = \frac{h}{ie^2},$$

其中 h 为普朗克常数, e 为电子电荷, i 为 1, 2, 3, ... 等的整数. h/e^2 的数值是 25812.8 Ω , $i = 4$ 时, 有

$$R_H = 6453.204\Omega.$$

1980 年 8 月, 以冯·克利青, G. Dorda 和

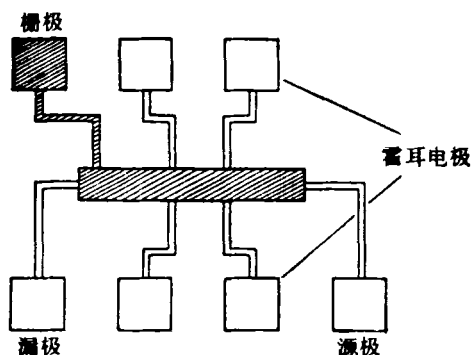


图 2

M. Pepper 署名的《基于量子化霍尔效应精确确定精细结构常数的新方法》一文在《物理评论通讯》上发表，立即引起了物理学界的很大兴趣。量子霍尔效应的发现，使人们得以精确地测定 h/e^2 值，精确地确定十分重要的索末菲精细结构常数。从事计量工作的单位受到很大的鼓舞，特别是在冯·克利青博士在学生时代实习过的联邦德国物理技术研究所，人们想利用这个效应建立电阻的自然基准。这篇篇幅不满四页的历史性论文发表后不久，37 岁的冯·克利青博士被聘任为慕尼黑技术大学教授。1985 年 1 月应聘赴 Stuttgart 任马克思·普朗克协会固体研究所所长。

当瑞典皇家科学院通知冯·克利青教授获得 1985 年度诺贝尔奖金物理学奖的电报于

1985 年 10 月 16 日到达固体研究所时，全所顿时欢腾，记者们闻风而至。在固体研究所举行的记者招待会上，这位 42 岁的诺贝尔奖金物理学奖获得者神采奕奕，颇为深情地说：“对于一个科学家来说，诺贝尔奖是他事业的顶峰”。在固体研究所举行的庆祝会上，聚集着马克思·普朗克协会及一些大学的许多知名教授，以及当地的州长和州科研部长等。固体研究所的同事们热情地抬着始终微笑着的冯·克利青教授举行了火炬游行。第二天，《斯图加特 (Stuttgart) 人报》以《诺贝尔奖获奖人告诫：更多的钱用于科学研究》为题作了报道。

1985 年 12 月 10 日，在斯德哥尔摩市音乐厅举行了隆重的诺贝尔奖颁发仪式。冯·克利青教授和其他六名分别获化学奖、医学奖、文学奖和经济奖的获奖人以及获和平奖的一个国际组织接受了诺贝尔金质奖章和诺贝尔奖证书。

马克思·普朗克协会固体研究所所长之一、著名的半导体专家 H. J. Queisser 教授在谈到冯·克利青教授的重大发现时说：“今日物理学激动人心的发现不是出现在高能物理学家的昂贵的数公里长的管道里，而是出现在晶体的内部”。无论怎么说，量子霍尔效应都可堪称“今日物理学的一个激动人心的发现”。德国物理学家们为长达 22 年之后复得诺贝尔奖金物理学奖更是激动不已。然而，要对量子霍尔效应提出一个满意的解释，还需要时间。

吴健雄物理奖

为纪念吴健雄教授对科学作出的重大贡献，为奖励我国青年物理学工作者的学术成就，加速物理学的发展，促进社会主义现代化建设，香港亿利达工业发展集团有限公司在我国设立“吴健雄物理奖”。中国物理学会受该公司的委托，设立“吴健雄物理奖”评选委员会，负责初审后请奖项目的评定工作。该奖将授予我国青年物理学工作者(这人或集体)在国内物理学研究

工作中，在发现新现象、阐明规律和运用规律解决关键问题等方面所取得的优秀实验物理研究成果。对获奖者将颁发奖金、荣誉证书，并授予金质奖章。该奖每年评选一次。每年 9 月 30 日前将请奖项目报北京 603 信箱中国物理学会。1986 年度请奖项目从即日起开始申报。

(中国物理学会办公室 程义慧)