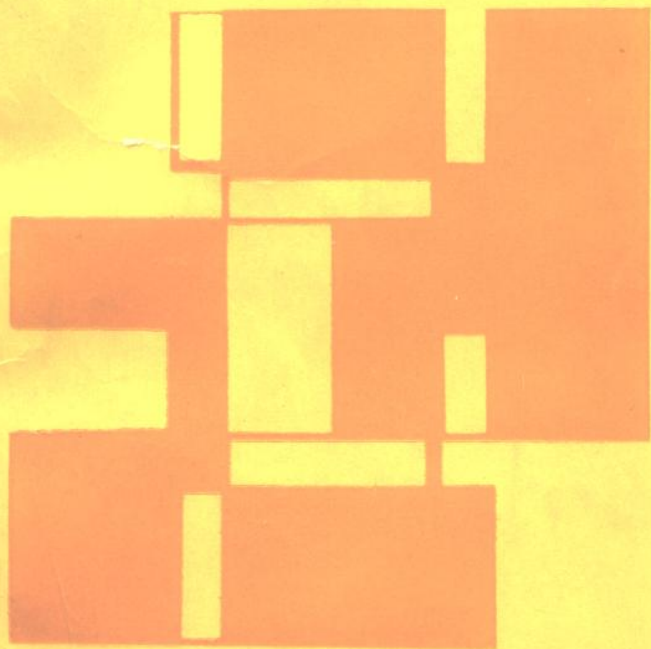


新型合金材料

[日] 金子秀夫 著 胡本芙 译

李慧英 校



宇航出版社

新型合金材料

〔日〕 金子秀夫 著

胡本美 译

李慧英 校

1950.4.版

内 容 提 要

本书采用新颖的分类方法,用通俗的语言简要而全面地阐述创制新型合金材料的基本原理、构思和制造工艺技术,指出各种新合金材料未来发展方向。

主要内容共分四章,第一章介绍创造新型合金原理、基础、模型、构想和组织形态论。后三章介绍各种合金特性、制造技术和应用情况。特别是对宇航空间合金材料的制造工艺技术、前景,作者给予有益的叙述。

本书是一本适用面很广的专业性技术读物,对从事合金材料研究人员、中专和大学教师更新知识会有帮助。

新 合 金

金子秀夫 著

産業図書株式会社, 1985

新 型 合 金 材 料

[日] 金子秀夫 著

胡本美 译

李慧英 校

责任编辑:林茂燕



宇航出版社出版

北京和平里滨河路1号

邮政编码100013

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

通县建新印刷厂印刷



开本: 787×1092 1/32 印张: 5.625 字数: 129千字

1989年12月第1版第1次印刷 印数: 1—3000册

ISBN 7-80034-244-1/TG·003 定价: 2.60元

译 者 的 话

本书是根据日本产业图书1985年3月出版的《新合金》一书翻译而成的。全书共分四章。第一章简要而精辟地阐述创制新型合金的基本原理、构思和方法。第二章是依靠挖掘和发现现有合金的一些新性质来创造的合金，共有六种类型新合金。第三章是从适应新工程系统发展而出现的新合金，共介绍五种类型新合金。第四章是利用新工艺技术的发明而创制出的新合金，共介绍五种类型新合金。

上述合金的分类是新颖的，介绍的合金也是当前研究的最尖端成果，这些合金材料已构成当代金属材料的重要发展方向。

金子秀夫原是东北帝国大学工学部金属工学科教授，现在是东北大学名誉教授、东海大学教授。他是日本从事金属材料研究、开发生产工作多年的具有丰富经验、享有一定威望的专家。全书采用通俗易懂、富有风趣的语言叙述了各种观点和各种材料发展概况、生产工艺、性能、实际应用和展望。

无论在发展工业、农业、国防和科学技术方面，金属材料都是不可缺少的物质基础。它的品种、数量和质量无疑是国家现代化程度的标志之一。为了及时传播合金材料科学的基础理论，总结和介绍研究成果并扩大工程应用，以有助于更广泛提高我国材料科学技术水平，我们翻译本书。

本书是一本适用面很广的专业性技术普及读物，可供我

国从事冶金、机械、电子、航天、航空、轻工、医学等各有关部门的工程技术和科研人员阅读，亦可供有关院校师生参考。

在翻译本书时，力求保持原文风格，但由于水平所限，译文中错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

译 者

1988年1月

前 言

纵观近代新技术如：电子学，情报信息，原子能，粉体化学，宇宙航空等各个领域，它们的萌生和发展都是以新材料的创制为其支柱，尤其是上述各学科领域惊人的发展，反过来又促进材料的发展。材料对这些新技术领域发展起着制约作用，同时，新技术发展的需要也给材料发展提供相应坚实的基础。

具有如此重要性的材料种类是多样化的：合金材料，无机材料，陶瓷材料，有机材料等。在这些材料当中合金材料占有很大比重。因此，合金材料的发展就是一项重要任务。

材料研究者常常想把创制有独特魅力的新型合金作为己任贡献给各新技术领域。为此，对新型合金材料，以通俗易懂的解说贡献给社会上的人们就成为我的一点心愿。

本书的特点就是首先论述各新技术领域的发展，在此基础上就合金开发研究中的主要问题，即把合金微观组织结构和宏观的合金设计相结合全面地加以说明，并指出合金将来发展方向，接着对各种新技术领域中起着重要作用并具有代表性的新合金，就其合金开发历史的演变和现状加以说明。力求把这一思路贯穿在全书。这样的思考方法也就是力图把具体合金的创造和实际应用相结合，把合金技术开发和社会经济效益相结合，研究新型合金的经济意义就在于此。

应当指出，对工业界来说，合金的开发研究，与其要把握现状不如展望将来更为重要，从此意义来讲，本书尽可

能对新合金未来的预测提供有价值的参考。

新型合金材料一书，不仅对学生，就是对从事合金开发生产的技术员，深信会起到研修自学之用。对于非专业技术人员，作为丰富自己知识，把握边缘技术的新型合金也是有益的。另外，对担任企业管理的领导人，本书也希望能对制定长远经济计划起到指导作用。

最后，在编著此书时，得到产业图书株式会社编辑米田忠义先生帮助，在这里深表谢意。

1985年

日本万国科学博览会前

金子秀夫

目 录

第一章 为了开发新合金	(1)
1.1 提倡创造性	(1)
1.2 创造的原理	(2)
1.3 开发合金的基础	(3)
1.4 开发合金的模型	(4)
1.5 研究与开发的区别	(5)
1.6 技术的转换和演变	5)
1.7 开发合金的设想	(8)
1.8 合金组织的研究	(9)
1.9 合金组织形态论	(12)
第二章 根据新发现的合金特性开发合金	(18)
2.1 热弹性型马氏体合金	18)
2.1.1 热和热弹性	(18)
2.1.2 防振合金	(19)
2.1.3 形状记忆效应、伪弹性、超弹性	(20)
2.1.4 形状记忆合金	(21)
2.1.5 双向形状记忆	(23)
2.1.6 逆向形状记忆	(24)
2.1.7 展望未来	(24)
2.2 钕磁铁	(25)
2.2.1 磁性合金发展过程	(25)
2.2.2 钕磁铁的开发	(27)
2.2.3 钕磁铁的成分	(28)
2.2.4 钕磁铁的创制方法	(29)
2.2.5 美国通用汽车公司 (G.M.) 的开发工作	(30)
2.2.6 美国的其他生产厂	(34)

2.3	Al-Li合金	(34)
2.3.1	Al-Li合金的发展	(34)
2.3.2	Al-Li合金的基础	(36)
2.3.3	Al-Li合金的缺点	(37)
2.3.4	Al-Li合金的制造方法	(39)
2.3.5	二元合金向多元合金发展	(39)
2.3.6	展望未来	(45)
2.4	磁流体	(46)
2.4.1	什么叫磁流体	(46)
2.4.2	磁流体的制造方法	(46)
2.4.3	新的磁流体	(48)
2.4.4	磁流体的基本性质	(50)
2.4.5	奥斯特瓦尔特型长大(Ostwald)	(52)
2.4.6	实用磁流体的性质	(53)
2.4.7	磁流体的应用	(53)
2.4.8	展望未来	(57)
2.5	Ⅲ-V族化合物	(57)
2.5.1	何谓Ⅲ-V族化合物	(57)
2.5.2	与硅晶体比较	(59)
2.5.3	Ⅲ-V族化合物单晶体制造方法	(60)
2.5.4	加入元素和位错密度	(62)
2.5.5	单晶体的应用	(63)
2.5.6	晶体外延生长技术	(64)
2.5.7	分子束外延生长技术(MBE)	(65)
2.5.8	展望未来	(67)
2.6	贮氢用金属材料	(68)
2.6.1	什么是贮氢用金属材料	(68)
2.6.2	贮氢合金	(69)
2.6.3	贮氢合金的作用	(70)

2.6.4	热机械泵.....	(70)
2.6.5	贮氢合金的现状和展望将来.....	(72)
第三章	适应工程系统发展产生的新合金.....	(74)
3.1	大规模集成电路用电极合金.....	(74)
3.1.1	电子工业的发展和大规模集成电路.....	(74)
3.1.2	电极合金在大规模集成电路中的位置.....	(75)
3.1.3	电极合金的各种问题.....	(76)
3.1.4	阻抗和新合金的开发.....	(76)
3.1.5	新合金——硅化物.....	(79)
3.1.6	硅化物膜的制造方法.....	(79)
3.1.7	难熔金属.....	(81)
3.1.8	电荷迁移.....	(82)
3.1.9	合金种类和电荷迁移.....	(83)
3.2	引线框架合金.....	(84)
3.2.1	何谓引线框架.....	(84)
3.2.2	引线框架合金的发展.....	(84)
3.2.3	铁系合金.....	(85)
3.2.4	铜系合金.....	(87)
3.2.5	引线框架合金的热膨胀性能和热传导性.....	(91)
3.3	磁光合金.....	(92)
3.3.1	磁光合金的意义.....	(92)
3.3.2	光和磁.....	(92)
3.3.3	光的物理性质.....	(92)
3.3.4	晶体和非晶体物质.....	(95)
3.3.5	磁性体的光学性质.....	(97)
3.3.6	法拉第磁致旋光用磁性体.....	(98)
3.3.7	稀土铁石榴石.....	(100)
3.3.8	磁性玻璃的法拉第效应.....	(101)
3.3.9	磁光记录的全貌.....	(102)

3.3.10	磁光记录的机构	(103)
3.3.11	磁光记录合金	(104)
3.3.12	展望未来	(106)
3.4	磁性传感器	(107)
3.4.1	磁性传感器的动向	(107)
3.4.2	薄膜晶体磁性传感器	(108)
3.4.3	霍耳器件	(109)
3.4.4	磁阻器件	(110)
3.4.5	磁性温度传感器	(112)
3.4.6	乌依卡德传感器	(112)
3.4.7	马奇乌西传感器	(112)
3.4.8	SQUID	(113)
3.4.9	磁致伸缩传感器	(115)
3.5	超低温结构合金	(117)
3.5.1	低温的区分和材料	(117)
3.5.2	低温合金的特殊性	(118)
3.5.3	过去用的低温合金	(120)
3.5.4	超低温用的新合金	(120)
第四章	采用新发明的制造方法生产的新合金	(124)
4.1	急冷粉末烧结合金	(124)
4.1.1	急冷粉末冶金的意义	(124)
4.1.2	急冷粉末的特征	(125)
4.1.3	急冷粉末的制造方法	(126)
4.1.4	铝合金	(128)
4.1.5	钢铁材料	(128)
4.1.6	钛合金	(128)
4.1.7	高温合金	(130)
4.1.8	ODS合金	(131)
4.2	单晶合金	(133)

4.2.1	单晶合金的意义	(133)
4.2.2	高温合金为什么把单晶体作为目标	(133)
4.2.3	单晶高温合金的制造方法	(135)
4.2.4	单晶合金及其特性	(135)
4.2.5	展望未来	(137)
4.3	低合金高强度钢	(138)
4.3.1	何谓低合金高强度钢	(138)
4.3.2	低合金高强度钢	(138)
4.3.3	双相钢	(142)
4.3.4	非调质钢	(144)
4.3.5	低合金高强度有色合金	(144)
4.4	非晶态合金	(146)
4.4.1	非晶态合金的发展	(146)
4.4.2	非晶态合金的制造方法	(147)
4.4.3	非晶态合金的成分、结构	(148)
4.4.4	非晶态合金的用途	(150)
4.4.5	展望未来	(152)
4.5	在宇宙空间制造的合金	(154)
4.5.1	世界宇宙空间试验计划	(154)
4.5.2	日本宇宙空间试验计划	(156)
4.5.3	在宇宙空间制造合金	(156)
4.5.4	宇宙空间工厂展望	(158)
4.5.5	在宇宙空间制造合金的装置	(160)
4.5.6	期待的新材料	(162)
	结束语	(164)

第一章 为了开发新合金

近年来，一些具有独特性能的新合金及其加工方法陆续不断地被开发出来，形成所谓新型材料的时代。这一切都是怎样产生的呢？

在这里，首先讨论的是人们怎样地进行创造性工作，它不仅局限于合金材料的研究而且也适于其他科学领域。接着阐述合金创制的原理，从纵横两方面概括地探讨、研究以及开发各种合金材料的共同基础和依据。

1.1 提倡创造性

今天，不仅对于合金的开发，就是对于其他科学技术领域还没有出现一个能充分发挥创造性的时代。之所以这样说是基于以前日本在应用科学和工业化方面占有优势，而基础性独创的发明处于劣势这一事实。因此，克服这一缺点就变成当前重要的任务。

第一个原因，在个性不能充分解放，终身雇用，论资排辈的中庸之道思想统治的社会中，培育不出来具有独创性的人材。原因之二是行政、研究、教育组织缺乏弹性、流动性和新鲜性，总是处在僵化状态。

然而，最近上述缺点逐渐向着改善方向变动，论资排辈被能力主义代替；以追求产量为目标的工业发展逐渐向着重视产品质量转移；研究和教育的行政命令被知识密集型管理逐渐代替。其结果促使近年来逐渐取得一些成果。具体实例只要调查一下日本技术贸易的实际成绩就可得知。

日本过去是处在经济急速发展的时代，从先进工业国引进高技术，模仿制造产品而后象倾盆大雨向国外大量输出。结果引起贸易摩擦。可是，最近这种倾向有所改善，即日本的技术输出和输入近于平衡。1973年以前陆续存在赤字，1973年以后转入盈余。不过，这只是根据部分年度新签定的合同而言。若是从积累而言，日本最终还是要向国外付出大量购买高技术费用，仍然是出现赤字。日本过去缺乏独创的技术开发意识还在继续着。

当然，尽管只有少量新签定合同的年份出现盈余还是值得庆幸的，以此为基础必须继续扩大。在国际上日本若是不搞独自创新的技术输出，必然要导致激烈竞争和纠纷的发生。

1.2 创造的原理

上面讨论到追求创造性，但如何去实现呢？这里我们从热力学立场来考虑一下。

人类从生到死这一过程是内部熵-S不断增大过程。熵值达到最大 S_m 就是死亡。所谓熵值最大是意味着内部不存在规律性，秩序性，完全处在混乱的平衡状态，这就是死亡的热力学意义。人类可作为不可逆开放系统，为使此系统连续进行，需要从系统之外不断摄取物质和能量，进行新陈代谢，向系统以外排除热量。此时或进入或排出的能量只是能量形式改变，但不能创生和消灭。可是，因为熵不断增大，人类的愿望是要尽量减少衰老和死亡，为此必须保持熵的增长速度最小，建立一个稳定状态是很必要的。

所谓创造就是形成新的秩序，换句话说，能够产生信息情报。这里，我们把信息情报用I表示，人类死亡熵用 S_m 表

示，人类现在熵用 S 表示，那么信息情报就可由 S_m 和 S 之差来表示。因此，要使信息情报发生或者使 S_m 变大或者使 S 变小，变化哪一个都可以达到。

首先，讨论 S_m ，由于 S_m 是根据人类的环境条件变化而变化，因此不能陷入因循守旧、墨守陈规。例如：突然调换工作，使 S_m 值变大，这点很重要，象美国的大学教授那样，若是长年连续工作，以1~2年为间隔实行教师休假年假期制度，这种制度就很好。应当尽量争取一年或者一周内变换生活节奏，始终让人们处在动态规律性的环境中。

其次，要保持 S 值小，这就要维持稳定状态，一天、一周以至一年的工作模式都要维持不变。

这样的观点，聪明的读者会发现有些矛盾，即一方面要保持正常性状态，另一方面又要求有非正常状态，显而易见，所谓创造性就是把相互矛盾的条件对立统一起来。光的粒子性和波动性的矛盾对立，创造出量子论就是很好一例。在社会上，竞争和协同、多数意见和少数意见、普遍性和特殊性等对立问题也是这样。

1.3 开发合金的基础

上面叙述了创造性，本节就开发研究独创性合金的共同基础介绍如下：

构成合金的单元是合金元素。化学元素已经在18~19世纪几乎都已被发现，再创制新元素可能性很小。但是，有关这些元素新的知识却不断增加。

新合金材料研制初期，把单个化学元素变成多元合金材料，这固然是进步，但是，仅仅孤立的合金本身是不能发挥作用的。必须和其他部件连贯地组合起来，才能发挥合金作

用。特别是这些部件设计时，单独使用情况较少，必须组合成一个工程系统才能完成使命，即必须从单一状态向密集状态发展，这也是合金材料现今的使命。

由于合金承担这样的使命，所以，在研究和开发合金时，不能提倡这样的思维逻辑：既然合金性能在某一工程系统中能发挥，所以，人们就不愿意改动该工程系统的某些特性，对处在一定工程系统中的合金，也不允许做任何的变动和改进，这种认为工程系统能正常运转，在其中使用的合金就必定要保持其现状，这一点从材料研究者来看是阻碍合金发展的思维逻辑。

这里，应该注意以下两种情况：第一，时代的要求，环境的变化，与其他工程系统竞争发展，必然引起系统变革。此时从系统变革方面给新合金的开发带来压力。第二，由于合金本身的研究，性能不断得到提高。此时从合金方面带来变革系统的动力，使之更好工作，这时只要合金稍加改良就会导致系统的变革，作为合金研究者头等大事是发明新合金。

1.4 开发合金的模型

开发新合金模型有归纳法、演绎法两种。

归纳法就是基于已知的个别实验数据为基础，进行自己的实验，把大量的实验数据收集起来进行系统化。根据这一体系确立合金理论，再用此理论指导进行实验反馈验证，这种方法也称为尝试研究法。这种方法所得结果，只限于把已知材料加以改良组合，不断的发展合金，但获得不了阶段性的独创性的合金。

演绎法就是以自己独创性理论为基础，以此理论为出发

点把每个实验项目和开发方针确定下来进行研究，这种方法优点在于使过去完全没有的新合金创制出来成为可能。

1.5 研究与开发的区别

一般常把研究和开发，R&D作为一词加以使用，其实研究与开发的进行方式是完全不同的，不充分的辨别其意义，无论研究或者开发都不能顺利进行。首先，从结论来看，研究是个人的智能，开发则是集团的意志。

研究题目的选择应当是由个人的独创性来决定。如果题目选择是由集团平均智能来决定，那么个人独创性的思维高峰就被切掉，结果只残留下平平凡凡、不好也不坏的平均值，距独创性太远了。可是，研究阶段结束，移入开发阶段时，作为工程系统的选择和决策是最重要的，此时必须放弃个人独创性而服从整体性。

如前所述，一种合金，作为单独零件使用所要求的合金性能与在一个整体工程系统中发挥作用的合金性能要求是不相同的。

1.6 技术的转换和演变

回顾近代技术历史，可将其划分为三个时期：

第一时期：技术革新、技术革命时期 这个时期是从1930年左右开始的。此时期是以若干个有名的独创性的发明为支柱，带动了整个工业技术进步。

第二时期：发展时期 此时期不仅有许多新的技术发明，而且把已有的技术加以推广应用、组合，并以此为主线推进工业发展。

第三时期：技术应用综合化、高度集成化时期 在此时