

---

# 世界首次，田中贵金属工业开发出可将 DRAM 电容电极 深度提高为以往六倍的成膜用钌材料

适用小于 20 奈米的半导体微小化，并与九州大学共同开发，目标为今年完成产品化

---

田中贵金属工业株式会社<sup>(※1)</sup>（总公司：东京都千代田区、执行总裁：冈本英弥）发表，与国立大学法人九州大学研究所工学研究院应用化学部门的小江诚司教授共同成功开发出，世界首次可将使用于半导体记忆体 DRAM（动态随机存取记忆体）的电容电极用，深度提高为以往六倍的成膜用钌材料。配合正式引进次世代 DRAM 微小化技术所采用的 MOCVD（有机金属化学气相沉积法），目标为 2012 年内完成产品化。

钌材料是用于电路线宽小于 20 奈米（奈米为 10 亿分之 1 公尺）之次世代 DRAM 的 MOCVD 成膜材料（前驱物），能在 40 比 1 的高深宽比（细孔深度与开口直径比）细孔内部，形成均匀的钌薄膜<sup>(※2)</sup>。如此一来，便能制造出以往六倍深度的电容电极。各家半导体厂商预计于 2012 年内量产 20 奈米至 29 奈米的次世代半导体，藉由使用该钌前驱物，即可制造出因应 20 奈米世代之后的微小化电容电极。

随着半导体记忆体的大容量化，各家半导体厂商为了因应次世代 DRAM 的微小化，预计采用将储存单元以深层蚀刻电容电极的立体结构制造方法，在立体电极的制作上有机会采用 MOCVD 来制作。但以往 MOCVD 用的钌前驱物所能形成的电极薄膜细孔长宽比最高仅为 6 比 1，因此无法制造出 20 奈米世代之后所需的高深宽比电容电极，此点为技术上所须克服的课题。

MOCVD 的成膜原料所采用的是比一般金属更容易蒸发的有机金属络合物。田中贵金属工业此次于世界首次开发成功的钌前驱物乃为有机化合物（环辛四烯与羰基）及金属元素（钌）合成的有机金属络合物。因为具备高蒸气压（成膜时容易蒸发）、加热即可轻松析出金属之特性，可在具有 40 比 1 高深宽比的细孔内部，以 165℃ 的低温形成覆盖率 70% 的钌薄膜。该钌前驱物之主要优点如下所示。

## (1)高蒸气压

此次成功开发的钌前驱物，由于蒸气压高容易挥发，因此能将成膜时所需的前驱物气体充分供应至基板上。在使深宽比高的细孔前端亦能均匀成膜的这一点上，如此的特性具有举足轻重的地位。

## (2)可低温成膜

由于加热即可轻松析出金属，因此在 165℃ 的低温下即可成膜。如此即可减少成膜时因热度所造成之底材基板损害。

### (3)熔点低

固体的前驱物与液体的前驱物相形之下，具有运送时处理不易及成膜时稳定供应蒸气的问题。有机金属络合物在室温下大多为固体，但此次开发成功的钌前驱物熔点相当低，在室温下为液体。

### (4)能于氢气环境下成膜

通常进行成膜时，为了促进前驱物热分解以形成纯粹的金属薄膜，会使用氧气等的反应促进剂（反应气体）。氧气是反应性高的气体，容易形成金属膜，但会造成底材基板氧化等不良影响。因此，最理想的是采用氢气等对基板损害较少的气体，然而缺点在于氢气的反应性低，不易形成金属膜。此次成功开发的钌材料，是在氢气环境中亦能形成纯粹金属薄膜的钌前驱物。

### (5)膜的平滑性高

随着记忆体元件的尺寸愈来愈小，作为电极使用的金属薄膜亦更加需要高度的平滑性。凹凸不平的粗糙薄膜除了会使电气特性参差不齐之外，也会产生短路（short）及断路的问题。利用此次开发成功的材料所成膜的钌膜，粗细为 1.1 奈米以下（由 AFM 测得的 RMS 值，且膜厚为 12 奈米下的值），展现出高度的平滑性。

### (6)膜中杂质少

MOCVD 被指出因前驱物的分解物（有机成分等）混入金属薄膜内，恐有使膜遭受污染的危险性。此次开发成功的钌材料，对膜造成的污染较少，可形成纯度高的钌薄膜（已由 XPS 测定确认）。

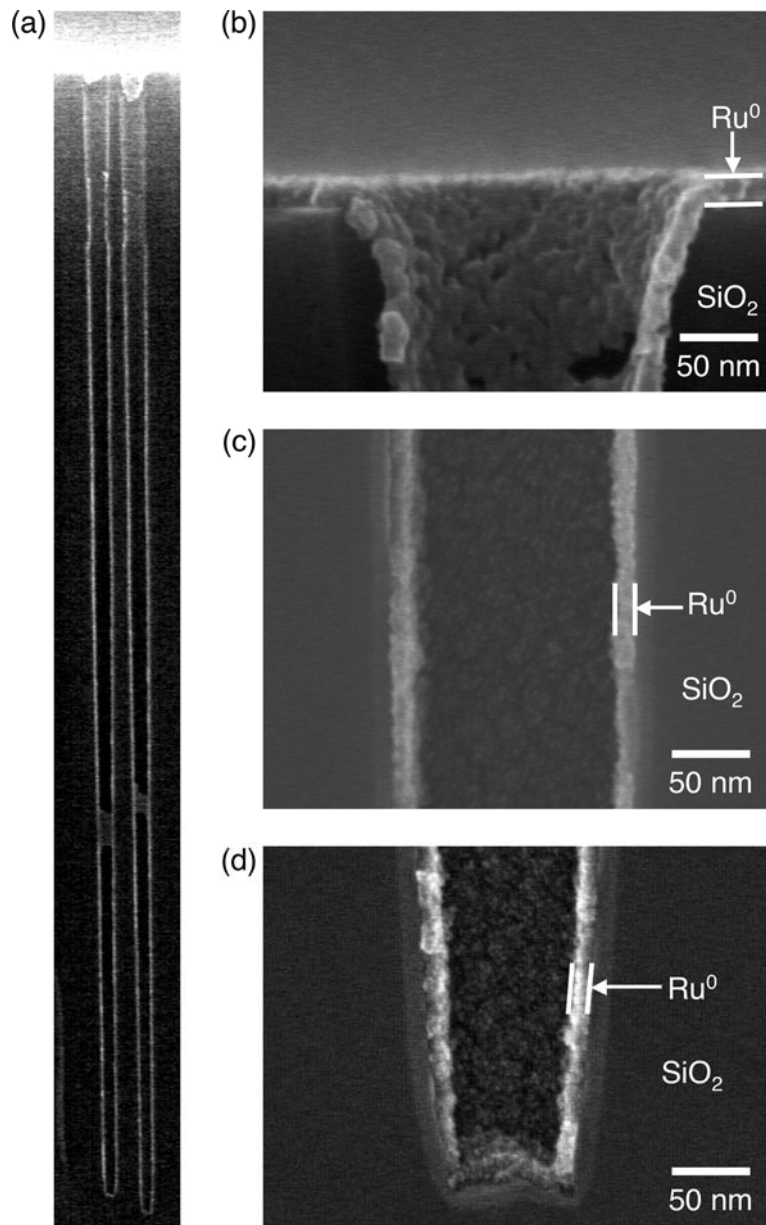
钌前驱物的开发成果预计将会刊登于英国皇家化学学会发行的学术杂志「Dalton Transactions」上。田中贵金属工业今后亦会继续致力于钌前驱物的技术改进，以期在更高深宽比的电极细孔上成膜。

(※1) 田中贵金属工业株式会社：

以 Tanaka Holdings Co., Ltd. 作为控股公司的田中贵金属集团一分子，为发展制造事业的集团核心企业。

(※2) 当深度为 10 微米（微为 100 万分之 1 公尺）、开口直径为 250 奈米的细孔时。

《参考资料》



图(a) 于深度 10 微米、开口直径 250 奈米的细孔（长宽比为 40 比 1）内部所形成的钌薄膜之观察影像（以扫描式电子显微镜 SEM 观察之结果）

图(b) 细孔上部的放大影像

图(c) 细孔中央的放大影像

图(d) 细孔底部的放大影像

### ■Tanaka Holdings Co., Ltd. (统筹田中贵金属集团之控股公司)

总公司：东京都千代田区丸之内 2-7-3 东京 Building22F

代表：执行总裁 冈本 英弥

创业：1885 年

设立：1918 年

资本额：5 亿日圆

集团员工人数：3,456 名 (2010 年度) 集团净营业额：8,910 亿日圆 (2010 年度)

集团营业内容：

制造、销售、进口及出口贵金属 (白金、金、银及其他)和各种工业用贵金属产品。贵金属回收及再精制。

网址：<http://www.tanaka.co.jp>

### ■田中贵金属工业株式会社

总公司：东京都千代田区丸之内 2-7-3 东京 Building22F

代表：执行总裁 冈本 英弥

创业：1885 年

设立：1918 年

资本额：5 亿日圆

员工人数：1,532 名 (2010 年度) 营业额：8,654 亿日圆 (2010 年度)

营业内容：

制造、销售、进口及出口贵金属 (白金、金、银及其他)和多种工业用贵金属产品。贵金属回收及再精制。

网站：<http://pro.tanaka.co.jp>

#### <关于田中贵金属集团>

田中贵金属集团自 1885 年 (明治 18 年) 创业以来, 营业范围向来以贵金属为中心, 并以此展开广泛活动。于 2010 年 4 月 1 日, 以 Tanaka Holdings Co., Ltd. 做为控股公司 (集团母公司) 的形式, 完成集团组织重组。同时加强内部控制制度, 藉由有效进行迅速经营及机动性业务, 以提供顾客更佳的服务为目标。并且, 以身为贵金属相关的专家集团, 连结底下各公司携手合作提供多样化的产品及服务。

在日本国内, 以最高水准的贵金属交易量为傲的田中贵金属集团, 从工业用贵金属材料的开发到稳定供应, 装饰品及活用贵金属的储蓄商品的提供等方面长年来不遗余力。田中贵金属集团今后也更将以专业的团队形态, 为宽裕丰富的生活贡献一己之力。

田中贵金属集团核心 8 家公司如下所示:

- Tanaka Holdings Co., Ltd. (pure holding company) (译文:TANAKA 控股株式会社, 纯粹控股公司)
- Tanaka Kikinzoku Kogyo K.K. (译文:田中贵金属工业株式会社)
- Tanaka Kikinzoku Hanbai K.K. (译文:田中贵金属贩卖株式会社)
- Tanaka Kikinzoku International K.K. (译文:田中贵金属国际株式会社)
- Tanaka Denshi Kogyo K.K. (译文:田中电子工业株式会社)
- Electroplating Engineers of Japan, Limited (译文:日本电镀工程株式会社)
- Tanaka Kikinzoku Jewelry K.K. (译文:田中贵金属珠宝株式会社)
- Tanaka Kikinzoku Business Service K.K. (译文:田中贵金属商业服务株式会社)