

图 5 经 510°C、730°C、920°C 和 1050°C 退火 10 秒后的 Co/SiO₂/Si
结构的俄歇深度分布

不仅有元素的 Co, 而且还有 CoO 存在。退火后 Co 层由非晶的 α -Co 结晶为立方的 β -Co, 这一结果是与 Vandenhove 等的观察一致^[4]。730°C 退火后, Co 进一步向 SiO_2 层扩散。同时, 由于 SiO_2 向 Co 膜迁移, 使 Co/ SiO_2 界面加宽(图 5(b))。当温度升到 920°C 时, 情况大不一样。原先介于 Co 和 Si 衬底之间的 400 Å SiO_2 已完全消失, 在表面层 Co、O、Si 的原子百分数保持不变, 如图 5(c) 所示。XPS 分析揭示 Co 是处于元素态, 而 Si 是处于氧化硅状态。XRD 分析(图 6)指出在这一表面层不包含任何硅化物组分。这些分析结果表明, 钴层中的氧是 SiO_2 向表面迁移的结果。即使温度升到 1050°C 的高温, 仍然没有观察到任何硅化物生成的证据, 这说明 Co 与 SiO_2 确是不发生反应。

扫描电镜观察表明(图 7*), 高温退火后 SiO_2 上的钴膜已球化为一个个小岛状, 而且随温度增加, 由于钴膜球化加剧, 使部分的 SiO_2 裸露。这一现象对于与 SiO_2 衬底有较低亲和力的金属并不难理解^[13]。为了进一步验证表面层中的氧是来自 SiO_2 衬底或退火气氛, 我们在 Si_3N_4 衬底上也沉积 500 Å 的钴膜, 并分别在 510°C、730°C 和 920°C 快

* 图 7 见图版 I。

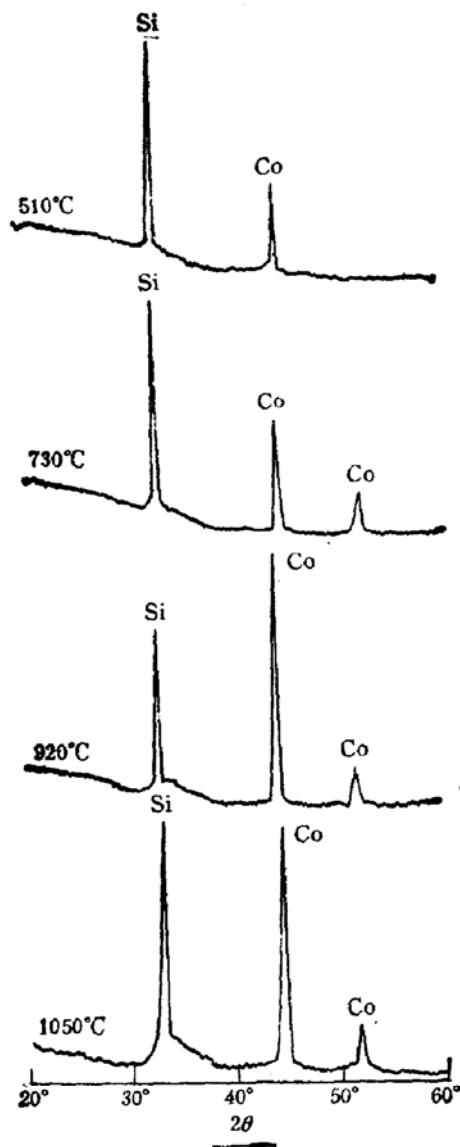


图6 经 510°C、730°C、920°C 和 1050°C 退火 10 秒
后的 Co/SiO₂/Si 结构的 XRD 谱

速退火 10 秒。结果表明,即使在 920°C 高温下退火, 钴层中的氧含量仍在俄歇检测极限以下。以上实验证明经高温退火后 SiO₂ 上的钴膜中含有较多的氧是由于 SiO₂ 向表面迁移所致,而不是如文献[6]所认为的是由退火气氛产生。AES 分析还指出,在 SiO₂ 上的钴膜中 N 的含量是在俄歇检测极限以下。氮并不向钴膜中扩散。这是因为 N 在 Co 中溶解度很低的缘故。

四、结 论

随着快速退火温度的逐步升高,淀积在硅衬底上的钴膜逐步转变为 Co₂Si、CoSi 和 CoSi₂。在硅化反应开始后,原先在 Co 膜中或 Co/Si 界面处的少量氧向表面推移。但即使在 1050°C 的高温下退火,也无法全部排除堆积在 CoSi₂ 表面上的氧。Co 与 SiO₂ 不发

