

氏 名	鮫 島 幸 治 さめ しま ゆき はる
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第105号
学位授与の日付	昭 和 41 年 6 月 21 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	半導体外囲器用ハーメチックシールに関する研究

論文調査委員 (主 査)
教 授 功 刀 雅 長 教 授 田 村 幹 雄 教 授 吉 沢 四 郎

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は半導体製品の気密封止に広く用いられるハーメチックシールに関する研究について記述したものであって6章よりなっている。

第1章は緒言であって、この研究の必要性および従来の研究の動向について述べている。

第2章は鉄とソーダ石灰ガラスとの融着についての研究結果をまとめたものである。鉄の予備酸化温度400~1000°C, 融着時間2.5~15分などの実験条件について、窒素雰囲気中で鉄とガラスとの融着を行ない、封止体の気密試験およびそれらの試料断面の光学顕微鏡および電子顕微鏡による観察を行なった結果、気密の良い試料では、鉄とガラスとの境界はかなり粗い凹凸のある面を呈していること、予備酸化で生成したと考えられる酸化物層はガラス中に溶解すること、また1000°Cで予備酸化させたものでは鉄に接した部分のガラスが失透して結晶を析出していることなどを認めている。

第3章では、コバル合金と珪酸ガラスとの融着についての研究結果を述べている。まずコバルの酸化の機構を明らかにする目的で、コバルの単結晶を水素気流中で1000°C15分間熱処理してから、所定の条件で空気中で酸化を行ない、単結晶表面の生成物をはぎ取り、この試料についてX線回折および電子回折によって、その結晶構造を同定している。すなわち、コバルの酸化物としてはスピネル型、ヘマタイト型および岩塩型の3種類が認められるが、スピネル型酸化物が主成分であること、ヘマタイト型は低温で生成しやすく、高温ではほとんどスピネル型に変化すること、岩塩型の生成は微量であることおよび合金の結晶粒界では結晶粒内よりスピネル型酸化物を生成しやすいことなどを明らかにしている。またコバル単結晶の(100), (110) および (111) 面にそれぞれ生成する酸化物について比較し、各種酸化物の生成状態の面指数に対する依存性はほとんどないことを認めている。さらに酸化物とコバルとの密着性には酸化物の生成量および合金の結晶粒の大きさが影響を与えること、すなわち酸化物の生成量0.21~0.26 mg/cm² 程度の条件で融着した場合が接着強度および気密性が良好であることなどを確めている。

第4章では、金属としては鉄、銅、クロムおよび鉄・ニッケル・コバルト合金を、ガラスはソーダ石

灰、硼珪酸および鉛ガラスを試料とし、これらのガラスに金属表面の酸化物を溶解させたものの熱膨張係数、密度、軟化点および金属との接触角などの測定結果から金属とガラスとの融着機構を明らかにしている。

酸化鉄を溶解させたガラスと表面の酸化されていない鉄を融着させた場合には、鉄の表面に粗い凹凸ができており、鉄の表面を適度に酸化させてからガラスと融着させた場合と界面の状態が全く同じであること、鉄・ニッケル・コバルト合金の場合には、酸化物がガラスと合金との融着に及ぼす効果は主としてガラスの網目構造を切断して合金と結合しやすい単結合酸素を増加させることにあるなどを明らかにしている。またガラス中に酸化クロムを添加してもクロムとガラスとの接触角はほとんど小さくなる傾向を示さないこと、ガラスとクロムとの融着では界面に酸化クロムのうすい被膜が生成することなどを確め、つぎにガラス中に銅の酸化物を添加すると、銅とガラスとの接触角は減少し、接着強度は増加すること、この場合の融着機構は熱処理条件によってクロムの場合あるいは鉄・ニッケル・コバルト合金の場合と同じであることなどを明らかにしている。

第5章では、ひらたい円筒型封止体中の応力解析について究明した結果を述べ、計算値と実測値とがほぼ一致することを確認している。

第6章は総括であって、本論文の成果を要約して記している。

論文審査の結果の要旨

ハーメチックシールは半導体製品の気密封止に用いられているが、この場合のガラスと金属との融着機構に関する系統的な研究は比較的少ない。著者は、この融着機構を明らかにする目的で本研究を行ない、多くの新しい知見を得ている。

まず鉄とソーダ石灰ガラスとの融着について、封止体の気密試験、試料断面の光学顕微鏡および電子顕微鏡による観察を行なった結果、気密の良い試料では鉄とガラスとの界面はかなり粗い凹凸を示すこと、予備酸化処理で生成した酸化物層はガラス中に溶解することなどを明らかにしている。またコバル合金と硼珪酸ガラスとの融着について究明し、コバルの単結晶表面に生成する酸化物はスピネル型、ヘマタイト型および岩塩型の3種類が認められるが、スピネル型酸化物が主成分であること、合金の結晶粒界の方が結晶粒内よりスピネル型酸化物を生成しやすいこと、各種酸化物の生成状態が合金の面指数に対する依存性はほとんどないこと、合金表面に生成する酸化物の生成量が $0.21 \sim 0.26 \text{ mg/cm}^2$ 程度の条件で融着した場合が良好な気密性を示すことなどを確め、また酸化物がガラスと合金との融着に及ぼす効果は主としてガラスの網目構造を切断して合金と結合しやすい構造にすることにあるなどを明らかにしている。さらに銅およびクロムとガラスとの融着について、これら金属の酸化物を溶解したガラスの物理的性質および接触角の測定結果をもとにして論じ、それぞれの融着機構を明らかにしている。

これを要するにこの論文は、半導体外囲器用ハーメチックシールについて、各種の金属とガラスとの融着機構を明らかにし、多くの新しい知見を得たものであって、学術上、實際上寄与するところが大きい。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。