

Разработка автоматической конденсаторной установки для герметизации корпусов полупроводниковых приборов

Е.Е. Качесов,
kashos152@gmail.com,
Н.С. Гордиенко,
С.Ю. Фарафонов,
ассист. каф. САПР, ra12@mail.ru,
А.Г. Цветиков,
инж.-констр., tsvetikov@nzpp.ru,
АО «НЗПП с ОКБ», г. Новосибирск

Герметизация металлостеклянных корпусов полупроводниковых приборов, на отечественных предприятиях, производится, как правило, на машинах трансформаторной конденсаторной сварки. Большинство данных машин выработало свой ресурс и требует замены. В данной работе рассматривается практическая реализация полуавтоматической установки герметизации корпусов на базе конденсаторной батареи.

The sealing of metal-glass cases of semiconductor devices, at domestic enterprises, is done, as it is, by machines of transformer condenser welding. Most of these machines have developed their own resources and require replacement. In this paper, we consider the practical implementation of the semi-automatic installation of hermetic sealing of hulls based on ionic batteries.

Введение

Неотъемлемой операцией, при производстве полупроводниковых приборов в металлостеклянных корпусах, является герметизация. Суть герметизации – соединение двух частей корпуса будущего полупроводникового прибора с помощью сварки. На отечественных радиоэлектронных предприятиях наибольшее распространение получили машины конденсаторной сварки для герметизации приборов.

Так на Новосибирском заводе полупроводниковых приборов для герметизации стабилитронов и ограничителей напряжения используется машина конденсаторной сварки типа МТК-5-3. В рамках работ по модернизации оборудования, для этой машины была разработана новая станция питания и управления. Однако, в связи с тем, что загрузка свариваемых деталей, их выгрузка, установка и снятие сварочных электродов, в данной машине производится вручную, производительность очень мала, а точнее не более 1 герметизируемого прибора в 40-50 секунд. Было принято решение разработать новую высокопроизводительную установку. Для разработки был изучен действующий порядок герметизации и его недостатки. Также были изучены соответствующие нормативные документы, в которых описаны требования к технологическому процессу и перечислены те дефекты, которые подлежат разбраковке.

На основе полученных исходных данных было принято решение о проектировании и создании полуавтомата конденсаторной точечной сварки, как аппаратного комплекса, позволяющего обеспечить работу, как в автономных условиях, так и «в условиях цеха», а так же позволяющего обеспечить полуавтоматический или автоматический режим герметизации корпусов полупроводниковых приборов (в автоматическом режиме загрузка и выгрузка деталей происходит без участия оператора, в полуавтоматическом режиме допускается выполнение одной или двух операций вручную).

Процесс разработки

Практическая реализация промышленной установки конденсаторной сварки для герметизации корпусов полупроводниковых приборов представляет собой сложный процесс, который условно можно разделить на две части: внешнюю и внутреннюю.

Разработка внешних частей представляет собой разработку корпуса для установки, механических частей и рабочих поверхностей, для их размещения.

Внутренняя часть подразумевает разработку и реализация принципиальных схем и внутренних частей, коммутационных элементов и шасси. Разработанный комплекс можно описать как совокупность нескольких взаимосвязанных функциональных модулей. Разработанная структурная схема комплекса имеет вид в соответствии с рисунком 1.

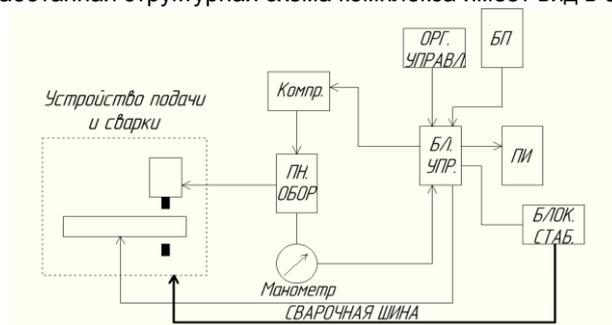


рис. 1. Структурная схема комплекса

Данная структурная схема отображает основные узлы разрабатываемой установки конденсаторной сварки. Она стала отправной точкой в практической реализации.

Таким образом, установка состоит из следующих блоков:

1. Устройство подачи и сварки – представляет собой карусельный механизм и сварочный узел;
2. Компр. – компрессор, предназначенный для автономной работы сварочного автомата;
3. ПН. ОБОР. – пневматическое оборудование, включает в себя: пневмоцилиндр, пневмоэлектрические клапаны, регулятор давления, манометрическое реле и масловолагодделитель;
4. Манометр – Отображает данные о давлении в компрессоре;
5. ОРГ. УПР. – органы управления, позволяют настроить режимы сварки, номинал сварочного тока и время сжатия электродов;
6. БП – блок питания, обеспечивающий питание;
7. ПИ – плата индикации, на которой отображаются режимы работы, такие как напряжение заряда и время сжатия электродов;
8. БЛ. УПР. – блок управления, является «мозгом» установки, собирает данные с манометров и органов управления и обеспечивает работу установки и отображение данных на плате индикации;
9. БЛОК СТАБ. – блок стабилизации, представляющий собой блок фазо-импульсной стабилизации тока.

Разработка внешней части установки начинается с разработки основной части, где и располагается большая часть оборудования. Этой частью является типовой электрический шкаф. Располагаться в нем будут: компрессор, коммутационные элементы, пневматическое оборудование, кроме сварочного пневмоцилиндра. На лицевую панель выведены органы управления и индикации.

Манометры показывают давление в цилиндре и компрессоре, органы управления позволяют выбирать номинал сварочного тока, время и силу сжатия электродов. Регулятор давления позволяет регулировать давления, подаваемое на пневмоцилиндр. Информация обо всех этих операциях отображается на плате индикации.

Процесс сварки корпусов полупроводниковых приборов будет происходить в среде защитных газов. Это производится для того, чтобы после герметизации корпуса кристалл оказался в среде инертного газа, что позволит избежать его окисления. В соответствии с этим возникла необходимость разработать герметичный бокс.

В верхней части корпуса располагаются крепления для двух люминесцентных ламп. Для крепления крышки к корпуса использован рояльный шарнир. Крепление стекол к корпусу производится с помощью резинового уплотнителя.

На крышке и нижней части корпуса расположены герконовые датчики, чтобы сделать невозможным включение установки с откинутой крышкой.

Рабочее пространство установки представляет собой стол, с установленными на нем кассетой, каруселью и перегрузчиком. Карусель представляет собой диск, в котором выполнены шесть отверстий для установки сварочных электродов и устанавливается на электродвигателе. Кассета так же представляет собой диск с отверстиями для свариваемых деталей, установленный на электродвигателе. Перегрузчик – это захват, обеспечивающий перемещение свариваемых деталей из кассеты на сварочные электроды карусели.

В общем плане процесс сварки состоит из 3 этапов (позиций), выполняемых при каждом повороте карусельного механизма. Первая позиция – установка детали в сварочный электрод. Вторая операция – сварочный электрод подъезжает к сварочному узлу, при этом на первой позиции происходит загрузка следующей детали. Сварочный узел представляет собой станину с установленным на ней пневмоцилиндром и закрепленным на поршне верхним сварочным электродом. После сжатия электродов производится сварка корпуса полупроводникового прибора. Третья позиция последняя, на данной позиции автоматически извлекается готовое изделие и загружается на кассету. Внешний вид разработанного рабочего пространства показан на рисунке 2.

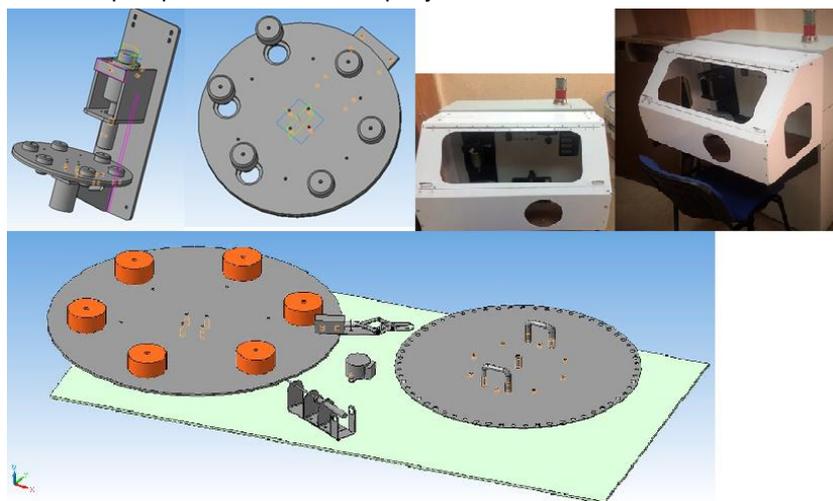


рис. 2 – Внешний вид рабочего пространства

Режимы работы, такие как напряжение заряда и время сжатия электродов отображаются на семисегментных индикаторах. И настраиваются в зависимости от типов свариваемых корпусов. Усилие сжатия электродов настраивается путем регулирования давления сжатого воздуха подаваемого в пневмоцилиндр. Давление в пневмоцилиндре и компрессоре сжатого воздуха отображается на манометрах.

Спроектированная и изготавливаемая сварочная машина относится к классу конденсаторных [1]. Принцип его работы следующий. От электрической сети сравнительно низким током заряжается накопительная конденсаторная батарея. Далее производится ее разряд на сварочные электроды с зажатыми между ними свариваемыми деталями. Достоинством конденсаторной сварки является не только возможность широкого диапазона регулирования сварочного тока, возможность сваривания деталей малых толщин, но и равномерность потребляемого тока от электросети.

В спроектированной машине используется классическая конденсаторная сварка на базе конденсаторной батареи, состоящей из трех конденсаторов емкостью 3000 Ф. В зависимости от режима работы, данная батарея может заряжаться до 14В с шагом 0,5В. Заряд батареи осуществляется от тиристорного стабилизированного источника тока, поддерживающий зарядный ток батареи на уровне 60 А [2]. После заряда батареи до необходимого значения, производится ее разряд. Разряд осуществляется с помощью быстродействующего силового тиристора. При максимальном напряжении заряда батареи величина сварочного тока в импульсе доходит до 1 кА.

Управлением заряда батареи, работой сварочного устройства и карусельного подающего механизма осуществляется с помощью однокристалльной микро ЭВМ. Применение однокристалльной микро ЭВМ позволило разработать гибкую, в плане алгоритма работы, сварочную машину.

Таким образом спроектированная машина будет иметь следующие основные параметры, показанные в таблице 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики

№	Параметр	Значение
1	Напряжение питания	220В, 50Гц
2	Производительность, не хуже	6 шт./мин.
3	Максимальная потребляемая мощность, не более	2 кВт
4	Максимальная запасаемая мощность, не менее	2,2 кДж
5	Максимальное зарядное напряжение конденсаторной батареи, не менее	3 В
6	Максимальное усилие сжатия электродов, не менее	1 кН

Литература

1. Белов А.Б. Конденсаторные машины для контактной сварки, Ленинград: Энергоатомиздат, 1984 г.
2. Иванчук Б.Н., Липман Р.А., Рувинов Б.Я. Тиристорные и магнитные стабилизаторы напряжения, М.: Энергия, 1968 г.
3. Фролов К.В., Окопный Ю.А., Жинжер Н.Н., Мишенков Г.В. Вибрации в технике. Справочник в 6 томах. Том 4. Вибрационные машины и процессы, М.: Машиностроение, 1981 г.