

МОДЕРНИЗАЦИЯ НА ЖИЧЕН БОНДЕР ЗА ОПРОВОДЯВАНЕ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВИ ЧИПОВЕ

Кирил Райков, Тихомир Таков

Технически университет – София, София 1000, България, бул. “Кл. Охридски”
No. 8, Бл. 1, ФЕТТ, E-mail: k_raykov@tu-sofia.bg, takov@ecad.tu-sofia.bg

Abstract. Research of new materials used in micro and nanoelectronics includes their bondability. This can be achieved by controlling the parameters of wire bonding process in a wide range but with the accuracy needed. To achieve these objectives in the present work problems will be addressed in the construction of modern electronic control system of automatic wire bonder type AB300.

Keywords: wire bonding, bonder, microelectronics

УВОД

Съвременните технологии са немислими без управление, реализирано чрез елементната база на микроелектрониката. Връзките между отделните микро и наноеlementи се осъществяват чрез микроспойки или микробондове. Същите тези елементи се развиват в посока на по-голяма плътност и минимизация на размерите. Това позволява да се повишат степента на интеграция функционалната сложност и бързодействието. Необходимо е да се развиват нови технологии за подобряване параметрите на бондирането. Като резултат от намалените размери и оптимални технологии се намалява материалоемкостта и енергоемкостта на процеса.[1]

Редица електронни системи, включващи наноеlementи, наносензори, микро и наноелектромеханични устройства се изграждат като хибридни системи. Връзките в такива системи се осъществяват основно чрез бондиране. Управлението на процеса бондиране изисква висока повтаряемост на всички параметри, което се постига чрез автоматизация на процеса.

Цел на изследването е внедряването на система (на хардуерно и софтуерно ниво) позволяваща създаването и изследването на технологични режими за бондиране върху различни слоеве и подложки. Дебелините на слоевете са от десетки нанометри до няколко микрона, получени по различни технологични методи. За изследване на режимите ще бъде използван автоматичен бондер, управляван от персонален компютър. Чрез създаването на модифицирания автоматичен бондер ще бъде разширена възможността за

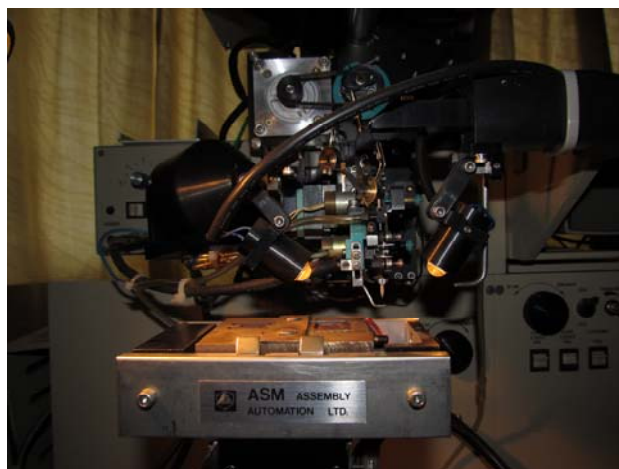
изследвания и в други области, чрез възможността за монтаж на различни експериментални образци.

Насоки

Обект на изследването е модернизацията на автоматичните жични бондери АВ300 (фиг.1б.), АВ302 и АВ502 (фиг.1а.) на компанията “Assembly Automation”. Първите два модела работят със златна жичка при бондиране с топче, а третият с алуминиева при странично бондиране. Поради конструктивните сходства между тях в настоящия труд ще се спрем по-подробно върху управлението на координатната маса на бондерите от серия АВ300 (фиг.1.).



а)



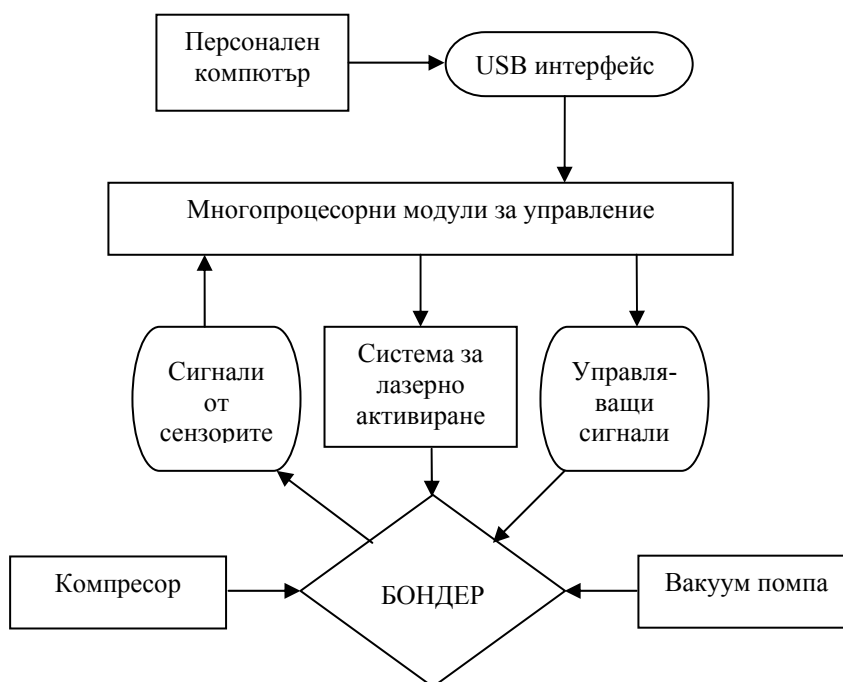
б)

Фиг.1. а) Жичен бондер б) Координатна маса и бондираща глава.

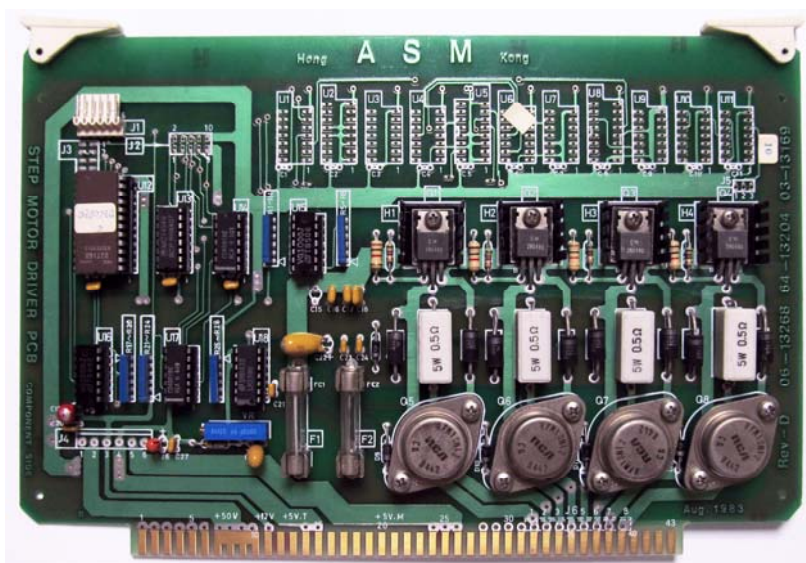
Още една причина за пълната подмяна на оригиналните логически блокове от системата за управление на бондера е лошото състояние, в което се намират (непрекъснат поток от грешки и невъзможност за установяване на контрол), вследствие на амортизацията им. Решение е подмяната на тези управляващи блокове със съвременна многопроцесорна система за управление.

Тази система трябва да позволява задаването на различни параметри при бондирането и управление на процеса чрез тях. За тази цел тя трябва да обработва непрекъснато постъпващите сигнали от сензорите на различните подсистеми, във всеки един момент трябва да може да се определя адекватно позицията в пространството на образеца, намиращ се върху координатната масичка, за което спомага снемането на информацията от енкодерите на стъпковите двигатели по осите X и Y. Същевременно системата трябва да позволява намиране нивото на падовете за бондиране върху образеца, чрез четене на информация от сензора за допир, четене на информацията за преместването и задаване силата на натиск за формиране на бонда по оста Z.

Трябва да притежава възможност за задаване на параметри (61-65KHz, 0-100ms, 0-1,5W) на ултразвука през интерфейса за връзка с ултразвуковия генератор, следене на температурата за подгряване на чипа от термодвойката, следене на момента за създаване на топче, управление на системата за подаване на жичката, управление на мощността и времето за въздействие на лазерната система за локално активиране. Многопроцесорната система позволява постигането на по-голямо бързодействие при следенето и управлението на процесите при бондиране и е единствено решение за постигане на различни видове сложни извикви на жичката при формирането на бонда. Блокова схема на предлаганата от нас система е показана на фигура 2.

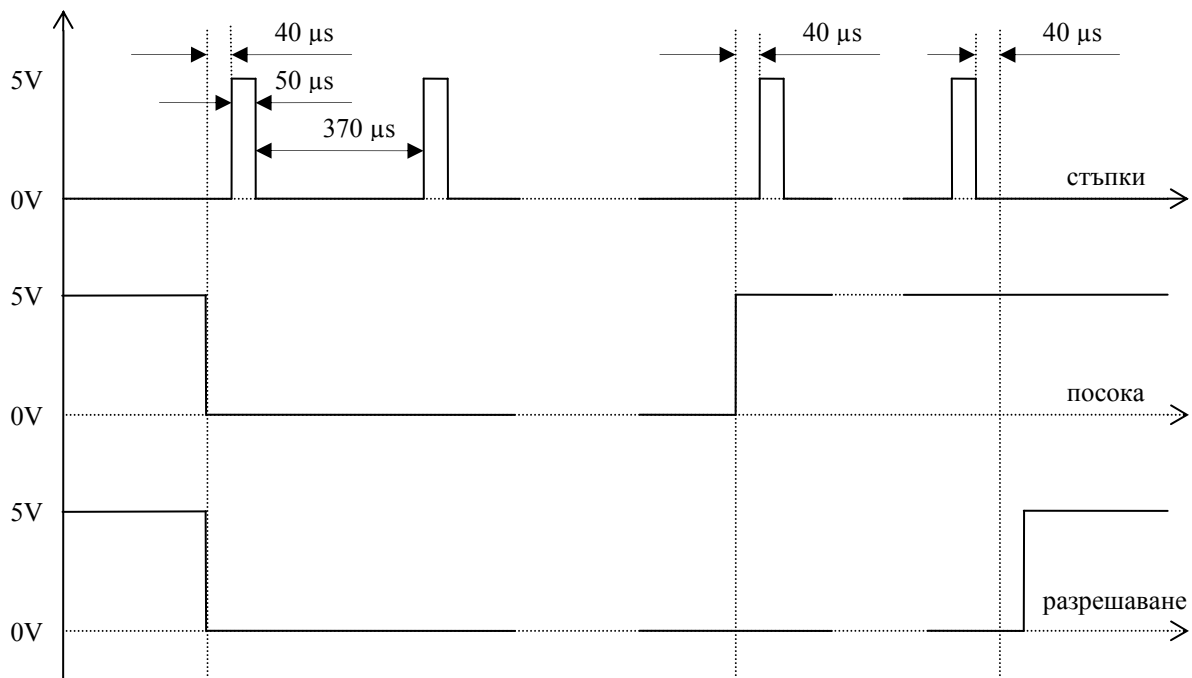


Фиг.2. Блокова схема на модернизираната система за управление



Фиг.3. Силов модул за управление.

За улесняване изграждането на новата система е удачно да се използват наличните силови блокове от електрониката на бондера - захранващ блок и силови управляващи модули за стъпковите двигатели (фиг.3.). Изследването на блоковете за стъпковите двигатели показва, че тяхното управление може да се осъществи, чрез подаването на проста поредица от управляващи импулси към тях. А именно това са тактови импулси подадени на втори пин от букса J1 (фиг.3.) отговарящи на броя стъпки, задаване посоката на движение на стъпковия двигател - трети пин, разрешение или забрана на движението - четвърти пин и маса на първи пин. На фигура 4. е показана времедиagramата на тези сигнали.



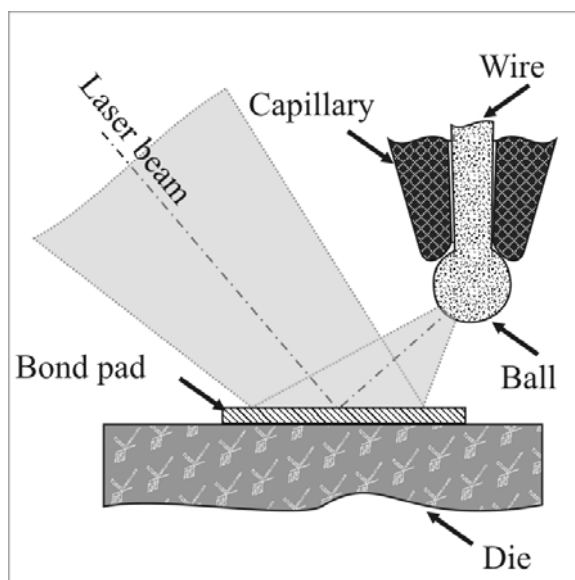
Фиг.4. Времедиagramа на управляващите импулси към стъпковите двигатели.

Невъзможността да бъдат проведени тестове с оригиналната електроника поради дефектирането ѝ доведе до провеждането на тестове за определяне максималните скорости на двигателите без изпускането на стъпки. За тази цел беше измерено времето за извършване на един оборот по осите X и Y. За това спомогна и наличието на оптрон, следящ за извършването на един оборот на двигателя. Измерването беше проведено, чрез използването на хардуерното прекъсване в микроконтролер Atmega328, като измереното време за оборот е 172274 μs. Този резултат беше постигнат с времеинтервал между управляващите импулси от 370 μs. Също така за постигането на един оборот, двигателят извършва 400 стъпки по оста си, от което съдим, че заложеният управляващ алгоритъм в силовия драйвер е настроен за работа в полустъпков режим. При стъпка на преместване на масичката от 5,1 μm на оборот получаваме, че за момента скоростта, която можем постигнем при движение на масичката е 11,84 mm/s.

Опитно са установени и реалните максимални стойности за пътя, който работната масичка може да измине. По X и Y това са съответно 15234 и 15251 стъпки, или 77,6934 mm и 77,7801 mm.

АКТИВИРАНЕ НА ПОВЪРХНОСТИТЕ ЗА БОНДИРАНЕ

Механизмът за получаване на връзката между жичката и площадката при бондиране е термодифузия. Двете важни условия за осъществяване на процеса са осигуряването на максимално добра контактна повърхност между жичката и площадката, и нагряване на контактната повърхност на материалите. Прегряването на полупроводниковия кристал крие негативни ефекти. До сега това се осъществява посредством нагряване на целия кристал и прилагане на ултразвук. Освен класическия метод ние предлагаме и метод за локално и кратковременно нагряване на повърхността за бондиране (локално активиране), чрез фокусиран лъч от инфрачервен лазер (фиг.5).



Фиг.5. Локално активиране на площадка за бондиране.[2]

Тогава параметри за оптимизация на процеса ще бъдат силата на притискане, мощност на лазерното лъчение, време за облъчване, както и моментът и мястото на облъчване. Кратковременното облъчване позволява локализация на нагряването в точката на контакт. Също така е важно да се определи и точният момент и ъгълът на подаване на лазерното лъчение за избрания режим на бондиране. [2]

Системата за лазерно активиране както и упражняването на контрол върху всички критични параметри от нея може да бъде лесно осъществено, чрез внедряването ѝ към новата система за управление на бондера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящата статия са дадени насоки и разгледани принципи и конкретни решения за изграждане на съвременна система за управление на жичен бондер. Тези изследвания дават основа за бъдеща доработка на системата. Постигнатите резултати са публикувани с помощта на договор №121PD0066-03.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Г. Трьостер, Г. Брендли, В. Видеков, С. Цанова, Микросистемен монтаж, Изд. на ТУ-София, 2008.
- [2] Kiril Toshkov Raykov, Valentin Hristov Videkov, „Problems in wire bonding process”, Annual Journal of Electronics, SOFIA 2012, VOLUME 6, NUMBER 2, pp. 43-45, ISSN 1314-0078.