

外観検査ニーズに関する調査研究

重森 清史*・園田 増雄*

* 電子部

Research Study on User's Requests for Visual Inspection

Kiyoshi SHIGEMORI* and Masuo SONODA*

外観検査は、品質保持を主目的として製造工程の至る所で行われており、IC 製造工程においても同様である。近年、コンピュータの発達により画像処理を用いた外観検査の自動化が行われているが、検査員に頼っているケースも多く見られる。そこで、本調査では県内企業の外観検査における問題点を抽出し、今後の企業支援に活用することを目的として、外観検査に関してどのような問題があり、また、どのようなニーズを抱えているかを明らかにするために、半導体後工程関連企業を中心に外観検査に関するニーズ調査を行った(平成 13 年度)。その結果、多くの県内企業が欠陥や異物検出の自動化に関する問題点を抱えており、それらを高精度に検出する外観検査装置が望まれていることが明らかになった。

1. はじめに

外観検査は、半導体等の製造現場の各所で行われており、品質保持のために重要な作業である。しかし、人手を要する工程でもありコストアップの原因となっている。近年、コンピュータの進歩により、外観検査の自動化は進んでいるものの、未だに人手に頼る部分が多い工程である。

外観検査において検査員と自動化システムを比較した場合、人間の視覚能力は柔軟性に富んでいるが、判断の客観性や安定性については機械の視覚システムにゆずらざるを得ない。その自動化の品質管理面の意義として、客観的、継続的な品質管理データの取得による生産ラインの適正管理、製品の信頼性確保、歩留まり向上、製作期間短縮、顧客対応の合理化などがあげられ、労働管理面からは省人化、過酷な検査作業の

解消などがあげられる¹⁾。

また、国内製品の競争力強化のために、多くの人手を要する外観検査工程の自動化は急務である。そこで、本調査研究では、県内企業の外観検査の自動化を支援するため、その自動化状況及び県内企業が抱える外観検査における諸問題を明らかにすることを目的として、県内企業における外観検査状況の調査研究を行った(平成 13 年度)。

2. 調査概要

2.1 調査項目

調査内容として、どのような検査がどのような方法で行われ、また、どのような問題点があるか、そして、過去の自動化の取り組みについての情報が得られるように、表1に示す調査項目を設定した。ここで、表1に関する設問は各検査工程毎に行うこととした。

表 1. 調査項目

No.	大 項 目	小 項 目	備 考
1	検査概要	検査製品	
		検査の種類	寸法計測、文字検査等
		検査細目	具体的な検査内容
		工程内の位置づけ	受け入れ時、出荷前等
2	検査の状況	検体の状況	全数、抜き取り
		自動化状況	自動化、目視等
		目視検査の状況	人数等
3	現在の外観検査の問題点	問題点の有無	
		問題の内容	検査速度、認識制度等
4	外観検査への取り組み	過去の自動化への取り組み	
		自動化できなかった理由	
		取り組んだ自動化の方法	装置の購入、自社開発
		現在の外観検査装置への希望	

2.2 調査方法

調査は、一部を除き、各企業を訪問し、調査票に従った聞き取り調査により実施した。この理由として、外観検査工程は製品の品質に直接影響するところであり、郵送等の調査では、現場の声や真のニーズに関する情報は得られないと感じたからである。

調査の実施に関し、現場責任者に対する聞き取りを行った。また、できるだけ検査現場を見せてもらい、問題点を具体的に把握できるよう努め、可能な場合、検査員からも聞き取り調査を行った。

2.3 調査対象企業

調査は、県内企業の電気機械器具製造業の中の半導体実装いわゆる半導体後工程の企業を中心に延べ18社について行った(表 2)。また、表 2 の一般機械器具製造業は外観検査装置を製造している企業である。

表 2. 調査企業		
調査業種	製造製品	調査企業数
電気機械器具製造業	半導体製品実装	9社
	電子計測機器	1社
	電子部品組み立て加工	2社
金属製品製造業	めっき加工	4社
一般機械器具製造業	外観検査装置製造	3社
	合 計	18社

3.1 検査の自動化

検査の自動化状況について図 1 に示す。これは、調査した全企業の検査工程を検査項目毎に分類し、その自動化状況に応じて集計したものである。図 1 において、①完全自動化：機械に全て任せている場合、②半自動化：機械で測定し、一部を目視で再検査している場合、③目視：検査員のみで検査している場合を示している。

図1により、形状検査、欠陥検査及び異物検査が件数としては多く行われていることが分かる。自動化率を見てみる

3. 調査結果

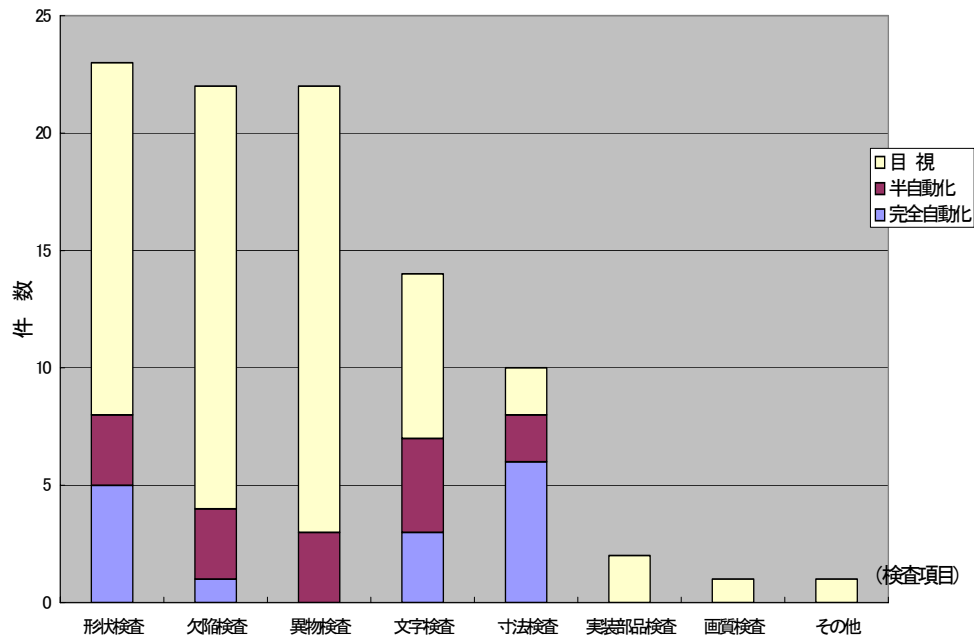


図 1. 検査項目毎の自動化状況

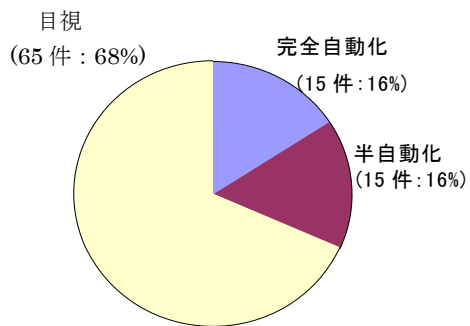


図2. 外観検査自動化率

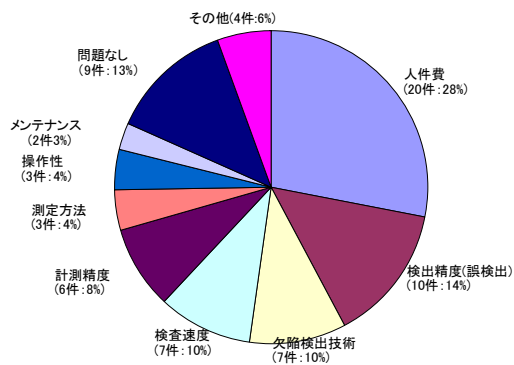


図4. 外観検査の問題点

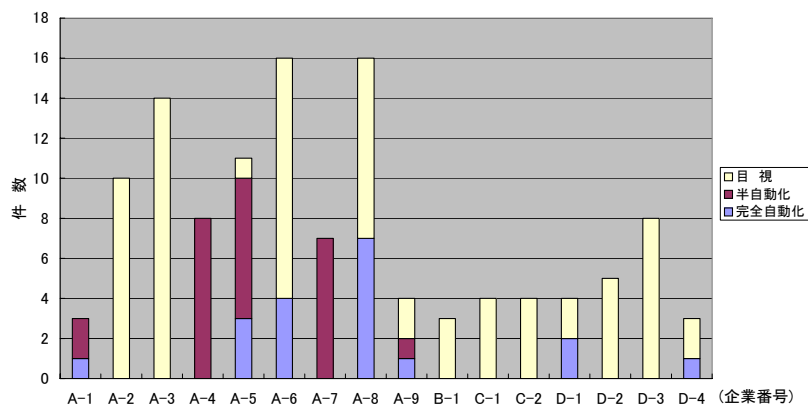


図3. 企業毎の自動化状況

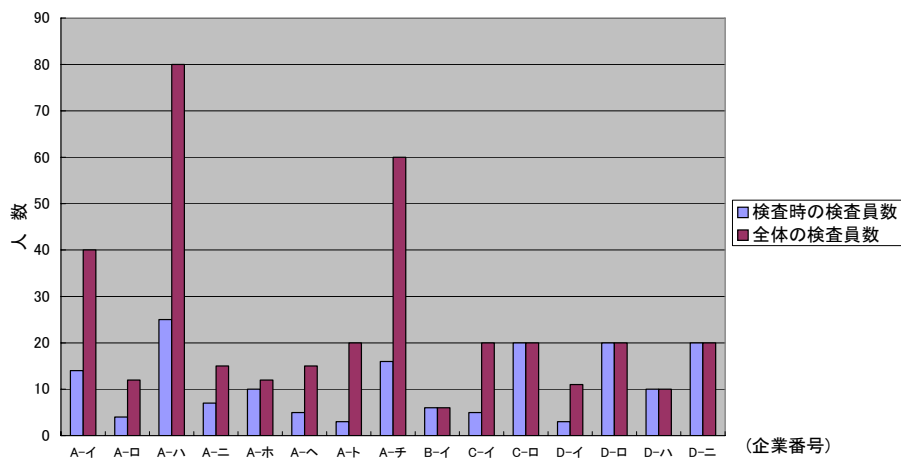


図5. 企業ごとの検査員数

と、寸法検査に関してはかなり自動化が進んでいるものの、形状、欠陥及び異物検査に関しては、自動化が遅れており、特に欠陥と異物検査に関しては、その多くを目視

検査に依存していることが分かる。図2に全体の外観検査の自動化率を示す。この件数のなかには、抜き取り検査等の場合も含め必ずしも自動化が必要なケースばかり

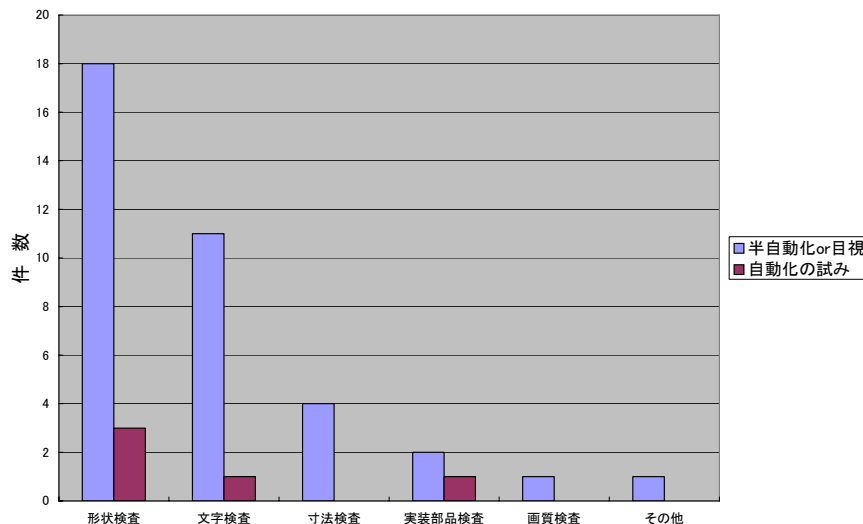


図 6. 検査項目毎の自動化の試み

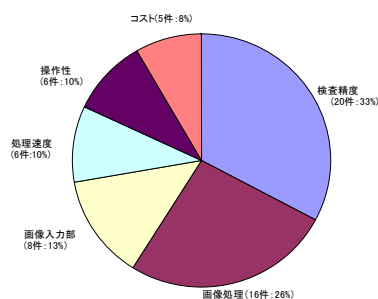


図 7. 自動化失敗の原因

ではないが、完全自動化、半自動化を併せても 3 割程度であり、多くの外観検査が検査員に依存していることが分かる。

図 3 の企業番号に図 3 に企業毎の自動化状況を示す。図 3 の企業番号において、A-1～9 は半導体実装関連企業、B-1 は電子計測機器、C-1, 2 は電子部品組み立て加工及び D-1～4 はめっき加工を示している。ここで、取り扱う製品の種類にもよるが、会社によって自動化率がかなり異なっていることが分かる。

3.2 外観検査の問題点

各社が抱える外観検査に対する問題点に関する調査結果を図 4 に示す。これは、検査項目毎に回答あったものについてまとめたものであり、人件費が問題となっているケースが多く、全体の 28%であった。ついで、検査精度の 14%であり、これは誤検出の問題を含んでいる。また、欠陥検出技術も問題であり (10%)、その多

くがめっき状の光沢のある部位における欠陥検出及び異物検出であった。一方、図 1 において欠陥検査と異物検査の自動化率が低かったことを考えると、自動化のニーズはあるものの、現状の自動化システムがそれに十分応えきれていないことを示している。

続いて欠陥検出技術と同様、検査速度の問題も 10%の割合であった。近年、画像処理装置の高速化により、この問題は減ってきたと思われるが、ここで多かったのは、欠陥検出等を少し複雑な処理をさせた場合、処理速度が遅くとなるとのことであった。また、操作性 (4%) に関して、製品が変わった際の即応性やパラメータの設定の難しさ等、融通性やユーザインタフェースに関することも切実な問題となっていることが分かった。

図 5 に企業毎の検査員数を示す。図において、企業番号、A-イ～チ、B-イ、C-イ、ロ、D-イ～ニは、図 3 と同様である。但し、秘密保持のため順番は対応させていない。図 5 において、特に半導体実装関連企業に、多数の検査員を保有しているケースがあることが分かる。また、交代制を実施している企業では、検査時の検査員数と全体の検査員数に差が生じている。

3.3 自動化の試み

現在、外観検査を目視あるいは半自動で行っている検査工程に関して、過去に自動化を試みたことがあるか否かについて調査した。図 6 にその結果を示す。異物検査と欠陥検査では、約半分について自動化の試みが行われていた。しかし、図 1 に示すようにこの 2 つの項目は、自動化が遅れている項目であ

表3. 製造側の問題点

問 題 点
画像処理アルゴリズム
検査基準の設定方法
画像処理プログラマー不足
照明実験機材不足

り、これは、異物検査と欠陥検査は、自動化したい項目であるが、それがうまくいっていないことを示していると思われる。

図7に自動化失敗の主な原因を示す。これによると、検査精度不足による失敗が33%と最も高かった。これは、誤検出等の問題が大きく、導入した検査装置に検査可能項目として入っているが、実際には使えなかったというケースもあった。また、次の画像処理の問題(26%)は、検査精度とも関係するが、しみやクラック等の欠陥や異物がうまく検出できないケース等であった。

画像入力部の問題(13%)は、画像処理を行うための良好な画像が得られないケースであり、次に処理速度と操作性の問題(共に10%)が続いた。また、操作性に関しては、パラメータ設定において、その設定方法自体が分かりにくいケース、もしくは、小ロットで常に製品が変化するケースにおいて、パラメータ設定の煩雑さ等のために、即応性に欠けていると判断された場合であった。

また、自動化の実施方法は、一部自社開発を行っている企業もあったが、装置メーカーに任せているケースが多かった。

3.4 製造側の問題点

外観検査装置の製造企業についても調査した。ここでの製造企業は、市販の画像処理装置を購入し、自社でプログラム開発をする企業であり、調査した企業は3社であった。そのため、そのデータから何かを結論付けることは困難であるが、問題点としてあがった項目について表3に示す。

ここで、画像処理アルゴリズムについては、欠陥検査の検出方法が困難であるとの回答があり、先に述べたユーザサイドの自動化失敗の調査結果を裏付けている。また、検査基準の設定方法もユーザ側が自動化失敗の原因に挙げた検査精度や操作性の問題に関係していると思われる。この外、画像処理のプログラマー不足及び照明実験機材の不足等の問題も出された。

3.5 画像処理装置への不満

外観検査装置に用いられている画像処理装置に対する不満についても調査した。図8にその結果を示す。図8は、ユーザ側及び外観検査装置製造企業両

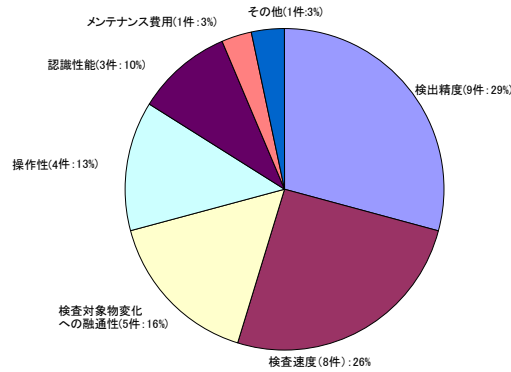


図8. 画像処理装置への不満

者の意見を合わせた形で示している。各項目は画像処理装置一般及び現在使用している装置に対する不満であり、検出精度に対する不満が一番の多かった(29%)。ついで、検査速度(26%)、検査対象物変化への融通性(16%)、操作性(13%)、認識性能(10%)となっており、メンテナンス費用を問題視するケースもあった(3%)。このうち、認識性能は、カラー画像等に関する性能不足であった。

4. 考 察

今回、半導体後工程の企業を中心に、延べ18社の企業について、外観検査の実態調査を行った。その結果、寸法検査等の計測関係については自動化が進んでいるものの、形状検査、欠陥検出及び異物検出については自動化が遅れており、件数的には、7割近くの外観検査が目視で行われていた。また、自動化状況は企業により差があり、これは取り扱う製品により、検査方法が異なるためと考えられる。

また、企業が感じている現在実施している外観検査上の問題点として、一番多かったのは人件費であった。これは予想されたことではあるが、多数の検査員を抱え、海外からの安価な製品に対抗する必要がある企業の場合、早急な対策が必要と思われる。また、同時に検出精度についても問題となっていた。これは、品質及び歩留まりを良くしようということと、トレードオフになるが、企業としてはその両方を満足しなければならず、重要な問題となっている。画像処理上の問題点としては、異物検査を含んだ欠陥検出技術が問題となっており、検出精度の高い検出方法の開発が望まれている。

また、現在目視で行っている異物検査、欠陥検査の約半分の項目に対して、何らかの試みが過去になされ

ているが、検査精度、画像処理及び画像入力部の問題から、断念せざるをえなかったことが分かった。今後は、欠陥、異物検査の自動化を行うにはこれらの問題をクリアする必要がある。また、市販の画像処理装置への不満も調査したところ、こちらも検出精度への不満が一番多かった(29%)。次に、検査速度(26%)が続いたが、検査対象物変化への融通性(16%)も、他品種少量生産の現在においては、大きな問題であると感じた。

5. おわりに

最後に、今回の調査で、多くの外観検査が未だに目視で行われており、それは予想以上であった。海外からの安価な製品の流入を考えた場合、競争力強化のためには、是非とも人手のかかる外観検査の効率化が必要と思われる。

人の認識能力は高く、機械が及ばない点もあるが、近年の微細化の傾向により、人が触れることにより、変形等の欠陥が生じてしまう恐れもあり、その意味からも外観検査の自動化が望まれる。

外観検査は、投資コスト等の問題から全てを自動化する必要はないと思われるが、検査員は個人差や疲労による検査結果のばらつき等の問題があり、品質の安定の意味からも、多くのケースにおいて、その自動化が望ましいと考える。

近年、画像処理装置の進歩により、外観検査の自動化システムが普及してきたが、性能としてまだ不十分な点もあり、今後は、欠陥や異物検出を高い精度で検出する融通性の高い外観検査装置の開発が望まれていると感じた。特に、めっき表面のしみ等輪郭があいまいな欠陥に関する欠陥検出技術についての開発が望まれており、当センターとしてもこの問題に早急に取り組む必要がある。

また、各企業における外観検査の自動化の取り組み方は、一部の企業を除き、装置メーカーに任せているケースがほとんどであったが、現場担当者からは、画像処理部がブラックボックス化しているので、処理内容を理解したい、また、自社の製品に合わせた改良を行いたい、等の要望もあり、今後、これら現場担当者の技術支援の必要性も感じた。

謝 辞

今回、県内の企業の方のご協力により、県内企業の外観検査に関する調査を行うことができました。お忙しい中、ご協力いただきました関係者の皆様に感謝い

たします。今後は、この結果をもとに県内企業の外観検査の効率化に貢献していく所存です。

文 献

1) (社)精密工学会画像処理応用技術専門委員会[編],
画像処理応用システム, 東京電機大学出版局, p
4-5, 2000

コメント: