

出國報告(出國類別：其他(開會))

## 工業服務計畫出國報告

服務機關：國防部軍備局中山科學研究院

姓名職稱：蔡國棟 聘用技士

派赴國家：德國

出國時間：102年11月03日至102年11月10日

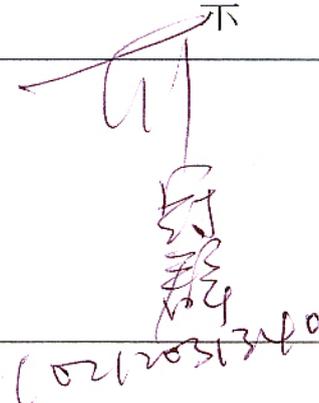
報告日期：102年11月17日

國防部軍備局中山科學研究院出國報告建議事項處理表

報告名稱	工業服務計畫出國報告		
出國單位	第五研究所	出國人員級職/姓名	聘用技士 / 蔡國棟
公差地點	德國	出/返國日期	<u>102.11.03</u> / <u>102.11.10</u>
建議事項	<p>1、本計畫在提供業界委託測試案或產品研製專案的執行，充分瞭解先進國家在成型加工、研磨、切割、銲接及表面處理等材料加工設備與技術之最新發展，與製程理念，實質助益業務的執行與推廣。目前本院鋁合金團隊正與自行車 A-team 廠商聯盟，進行高強度輕量化的車架研製，展場所獲心得，在製作工藝與焊接方案均有助益；惟在展場所見大多著重安全性，而本所因應業界需求，較偏重輕量化的製程理念，如何取得平衡點，仍須進行後續的工程驗證，期能有效引用展場所見技術，再創高附加價值的產業議題。</p> <p>2、拜訪國際設備大廠 Bruker 公司，針對本院現行部分分析儀器老舊問題，尋求解套或替代性方案。此次參訪雖已能充分瞭解該公司相關分析儀器的解析能、再現性及準確度等關鍵資訊，惟是否能相容，組裝後的實質效益等因素，仍需積極進行後續評估。以持續精進與維護優勢的測試平台，有效提供工業服務計畫在製程參數研擬與品控系統掌控。</p>		

處理意見	<p>1、「高強度輕量化車架」是自行車產業重要議題與追求目標，本單位將適時引用不同工法，進行工程驗證，以滿足業界期望，再創高附加價值的產業議題。</p> <p>2、本單位雖無法擁有有百分百到位的製程設備，但卻擁有優勢的測試平台及專業團隊，如何將維護此品控系統能量，在本計畫的執行有其重要性。本單位將持續與相關分析儀器製造商及國內專業測試公司，進行交叉比對，或策略聯盟，以獲得最佳的實質效益。</p>
------	---

# 國防部軍備局中山科學研究院 102年度出國報告審查表

出國單位	第五研究所	出國人員 級職姓名	聘用技士/蔡國棟
單位	審查意見		簽章
一級單位	<p>一、本報告內容符合出國目的，所獲資訊對於未來計畫方向之擬定，極具參考價值。</p> <p>二、本報告內容屬國際間公開之研究資訊，為工業服務計畫參加研討會之出國報告，未涉及本院研發機密，屬於一般性報告。</p>		<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     第五研究所 施修正 加工測試組組長 10211181650                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     中山科學研究院 薄慧雲 第五所副所長 1021191145                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     中山科學研究院 葛平亞 第五所副所長 1021191640                 </div>
計品會	<p>1. 本案赴德國參加「第11屆Blechexpo金屬板材加工國際貿易展覽會暨第4屆 Schweisstec國際接合技術貿易展覽會」，收集材料加工、成型及接合設備資訊對本院能量開發維持有實務助益。</p> <p>2. 報告中所提3D列印為新近開發技術，相關製程及材料應用研發要持續關注掌握。</p>		<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     計品會 許文榮 專任委員 10211211544                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     計品會 蔣小堃 策研室主任 10211211600                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     中山科學研究院 萬紹正 計品會副主任 10211221200                 </div>
保安全處	<p>案內出國報告（工業服務計畫）內容已完成保密檢審作業，對於貴所將本件列為一般性資訊，本處敬表同意，無附加審查意見。</p>		<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     保防安全處 盧廷福 保防官 10211560800                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     中山科學研究院 呂弘文 保防安全處副處長 10211560930                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     中山科學研究院 江門中 保防安全處處長 10211560850                 </div>
企劃處	<p>一、案列本院 102 年出國計畫 102030 案，赴德國參加金屬板材加工暨接合技術展覽會，及訪問 Bruker 公司了解 X-光波長分佈分析儀等心得，符合出國計畫主旨。</p> <p>二、請將奉核報告電子檔及紙本裝訂 5 份送本處續辦。另請於返國後 3 個月內，將報告電子檔登錄行政院資訊網及本院圖書館工作報告資訊網。</p>		<div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     企劃處 梁瓊真 科技組秘書 10212030800                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     企劃處 吳銘燦 科技組副組長 10212030900M                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block;">                     企劃處 莊博仁 綜管組組長 10212031070                 </div>
批 示			
 <p style="font-size: 2em; margin: 0;">10212051310</p>			

## 國外公差人員出國報告主官（管）審查意見表

本次蔡員派赴德國參加 2013 年「第 11 屆 Blechexpo 金屬板材加工國際貿易展覽會暨第 4 屆 Schweisstec 國際接合技術貿易展覽會」，及赴國際著名分析儀器大廠 Bruker 公司參訪及研討，與國外學者、專家與業界廣泛交流與深入討論，除對於目前在執行的鋁合金團隊與廠商的合作議題、測試平台的分析技術、能量，有實質助益外，將參訪所得，摺注於本計畫的業務推廣，促使持續精進。同時；蔡員亦藉由此次參訪機會，廣泛蒐集相關製程設備、製程工藝、檢測儀器廠商與分析儀器解析能等相關資料，更進一步與諸多參展廠商業務、工程師及 Bruker 公司分析儀器的專案負責經理交換意見，積極瞭解目前製程及分析儀器狀況與此等公司未來營運及發展的計畫，對於諸多研發题目的可行性評估，本院在爾後商轉規劃，甚至未來國內產業與本院的研發工作推展，將有具體的貢獻。

第五研究所 加工測試組組長 施修正  
10211187650

中山科學研究院 第五所副所長 薄慧雲  
102111911504



# 報 告 資 料 頁

1. 報告編號：  CSIPW-102Z-F0001	2. 出國類別：  其他(開會)	3. 完成日期：  102 年 11 月 17 日	4. 總頁數：35
5. 報告名稱：工業服務計畫出國報告			
6. 核准  文號	人令文號  部令文號	102.9.24 國人管理字第 1020016037 號  102.9.14 國備獲管字第 1020013388 號	
7. 經 費		新台幣：118,826元	
8. 出(返)國日期		102 年 11 月 3 日 至 102 年 11 月 10 日	
9. 公 差 地 點		德國斯圖加特、柏林	
10. 公 差 機 構		Blechexpo/Schweisstec 雙展覽 Bruker 公司	
11. 附 記			

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：工業服務計畫出國報告

頁數 35 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

國防部軍備局中山科學研究院/蔡國棟/357063

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

蔡國棟/國防部軍備局中山科學研究院/第五研究所/聘用技士/357060

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他（開會）

出國期間：

102 年 11 月 3 日至 102 年 11 月 10 日

出國地區：

德國

報告日期：

102 年 11 月 17 日

分類號/目

關鍵詞：

金屬加工、金屬切割、焊接、WDS（X-光波長分佈分析儀）

內容摘要：（二百至三百字）

參加在德國斯圖加特「第 11 屆 Blechexpo 金屬板材加工國際貿易展覽會暨第 4 屆 Schweisstec 國際接合技術貿易展覽會」，瞭解當前世界在材料成型、焊接、切割等製程道次設計及學習工藝理念，實質強化本院日後在工業服務計畫於金屬加工、產業技術運用的寬度及深度。

拜訪國際分析設備製造大廠 Bruker 公司，針對 X-光能量分佈分析儀（Wavelength Dispersive Spectrometer：WDS）、顯微 X 射線螢光分析儀（QUANTAX Micro-XRF）、背向散射電子繞射儀（Electron Back Scattered Diffraction：EBSD），與部門製程經理及應用工程師進行研討，作為附加在現有設備之可行性或是替代方案評估，以提昇未來工業服務計畫執行之準確性及效益。

# 目 次

壹、目的.....	(頁次 10)
貳、過程.....	(頁次 11)
一、參訪 Blechexpo/ Schweisstec 雙展覽.....	(頁次 12)
二、參訪 Bruker 公司.....	(頁次 22)
參、心得.....	(頁次 25)
肆、建議事項.....	(頁次 26)
附件：參展廠商資料.....	(頁次 27)

# 工業服務計畫出國報告

## 壹、目的

### 一、主題：

- 1、瞭解當前世界最新之金屬材料加工技術，提供本院規劃執行工服計畫之參考。
- 2、藉由最新發展資訊之獲得，了解鋁合金等輕金屬之最新加工及接合技術，供未來執行工服計畫開發新合金時之參考依據。
- 3、透過與國際材料分析設備大廠部門負責人及工程師之交流，評估提昇院內現有分析設備之可行性，以擴展未來工服計畫之範疇。

### 二、緣起：

為執行本院「工業服務計畫」，派員赴德參加「第 11 屆 **Blechexpo** 金屬板材加工國際貿易展覽會暨第 4 屆 **Schweisstec** 國際接合技術貿易展覽會」，期望能在此雙展覽展場中，獲得目前業界最新金屬成型加工設備及技術、最新之切割設備及工法、最新之銲接設備及技術等，並與參展廠商及學者、專家進行觀摩、學習及交流。藉以掌控當前世界之材料應用與發展趨勢，提供本院研究方向參考，並學習先進材料應用技術，以促進國內產業升級，擴大工業服務成效。

此外，為評估本院現有材料分析設備之升級可行性，亦將拜訪國際分析設備大廠 Bruker 公司，共同研討將 X-光能量分佈分析儀(Wavelength Dispersive Spectrometer, WDS)、顯微 X 射線螢光分析儀 (QUANTAX Micro-XRF, XRF)、背向散射電子繞射儀 (Electron Back Scattered Diffraction, EBSD) 分析設備加裝至現有設備之可行性或其他替代方案，以提昇未來工業服務測試案之準確性及效益。

## 貳、過程

國防部軍備局中山科學研究院出國人員工作計畫表						
日期	星期	行程		公差地點	工作項目	備考
		出發	抵達			
102.11.03	日	台北			去程，22：05 班機起飛。經曼谷，至阿姆斯特丹轉機。	夜宿 機上
102.11.04	一		斯圖加特	德國 斯圖加特	09：25 抵達阿姆斯特丹機場轉機，搭乘 12：35 班機前往德國，13：50 抵達斯圖加特機場。	夜宿 斯圖加特
102.11.05	二			德國 斯圖加特	參訪 Blechexpo/Schweisstec 雙展覽，參觀目前業界最新之成型加工設備，以瞭解最新製程之優缺點，及可能遭遇之問題，供後續工服案提供廠商解決方案之參考。參觀最新研磨拋光設備，供未來鋁合金及其他輕金屬工件處理及試樣製備之參考。	夜宿 斯圖加特
102.11.06	三			德國 斯圖加特	參訪 Blechexpo/Schweisstec 雙展覽，參觀目前業界最新之切割設備，包括利用熱切割、機械切割、及雷射切割之設備，以利後續工服開發案之鋁合金及其他合金之板材、管材、型材切割參考用。	夜宿 斯圖加特
102.11.07	四			德國 斯圖加特	參訪 Blechexpo/Schweisstec 雙展覽，參觀目前業界最新之銲接設備，包括利用熱能銲接及雷射銲接設備，供未來鋁合金工服案之板件及管件銲接參考。參觀最新之表面處理設備，供後續鋁合金產品表面處理參考。	夜宿 斯圖加特
102.11.08	五	斯圖加特	柏林	德國 柏林	至柏林參訪 Bruker 公司，討論本院現有設備加裝該公司 WDS (Wavelength Dispersive Spectrometer：X-光波長分佈分析儀)產品之可行性，或其他替代方案。	夜宿 柏林
102.11.09	六	柏林			回程，由柏林搭乘 10：05 起飛之班機，11：35 抵達阿姆斯特丹國際機場轉機，搭乘 13：20 之班機回台。	夜宿 機上
102.11.10	日		台北		回程，自阿姆斯特丹國際機場經曼谷，13：00 抵達台灣。	

## 一、11月5日至7日參訪 Blechexpo/Schweisstec 雙展覽：

德國斯圖加特是眾所周知--賓士汽車的故鄉，BLECH EXPO 在斯圖加特展覽中心展出，延襲過去成功的經驗，將鈹金加工、機械成型、銲接以及切割等主題的核心技術及新一代的設備、生產工法，進一步推廣及交流，在歐洲機械加工成型重鎮，作為相關行業的聚會場所，進行將新進技術、設備、工具機展示。展場位於德國斯圖加特 Neue Messe 酒店，由斯圖加特機場出來就可看見，如下照片，步行約 5 分鐘就可抵達，是目前德國新興的貿易展場暨國際會議中心。



Hotel Messe 及展場前廣場



展場東側入口

斯圖加特展覽中心共區分為 9 個展場如圖 1，此次展覽分佈於 7 個展館展出，分佈於 1~4 挑高的結構樓層，且每一層地表面均廣為佈置綠地及花草、樹木，往外望去如圖 2 所示，恍佛就在地表面上，提供訪客盡情享受一次完整的議題研究及知識饗宴。

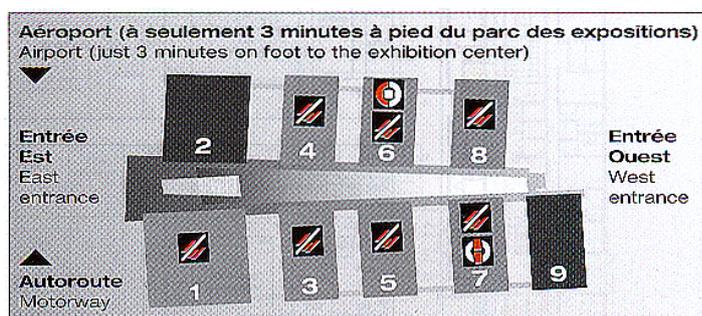


圖 1：展館分佈圖



圖 2：由展館 3 往展館 4 望去的景觀

(1) 11月05日：成型加工設備，在一般傳統加工大多呈現一機多功能成型作業及程式化、機械手臂等系統的製程，幾近於無人工場的作業模式，在高精度需求的工藝都可達到微米（um）級，可大幅減少人力及工作站。另在較新製程則以 3D 列印的展示最為熱門，說明如下：

A. 單機可完成多道次工程：單一機器程式化後作業情形如圖 3~4，最終產品如圖 5 所示。



圖 3



圖 4



圖 5

B. 單機多種製件（本案例共有 9 個形狀的產品）：如圖 6~8 所示，可在單一設備，置入一片金屬板材，可依續完成 9 種不同形狀產品的製作，降低原物料的浪費。



圖 6



圖 7

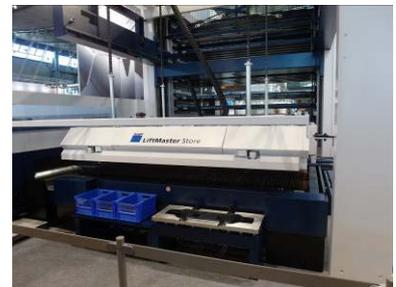


圖 8

C. 大型板金製件：如圖 9~11，大型沖床展現一次到位的能量。



圖 9

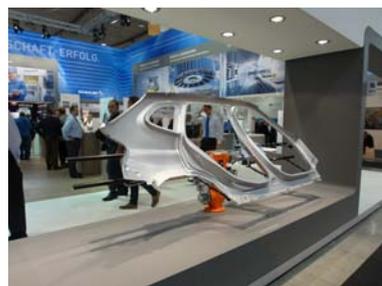


圖 10



圖 11

D. 汽車金屬成型工藝：如圖 12~14，展示相關汽車產業成果。



圖 12



圖 13



圖 14

E. 高精度的製作工藝：如圖 15~23，現場展示最精密的產品，局部精度均可達到微米級，且現場均配合影片解說。



圖 15



圖 16



圖 17



圖 18



圖 19



圖 20



圖 21



圖 22



圖 23

F. 衝壓成型設計、模具及工藝：如圖 24~26 所示，現場展示製件沖壓成型的各道次半成品及設計能量，減少工程道次及材料浪費，並可提高產品尺寸精度。



圖 24



圖 25

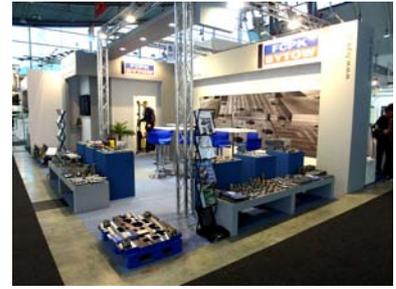


圖 26

G. 自動化系統：如圖 27~29 所示，現場展示機械手臂運作，並可依據現場參訪人員需求，進行相關的程式化及作動驗證。



圖 27



圖 28



圖 29

H. 金屬加工成型：如圖 30~41，自行車擠型及鋁合金輪圈彎曲成形半成品展示；現場並配合影片解說鋁合金管件在擠型、彎曲、板金等成型機制及作業道次。



圖 30



圖 31



圖 32



圖 33



圖 34



圖 35



圖 36

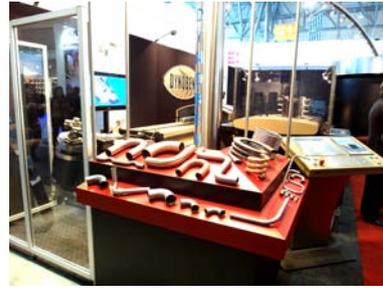


圖 37



圖 38



圖 39



圖 40



圖 41

### I. Moldex3D (3D列印) 簡介及應用：現場展示 3D 列印樣品，如圖 42~44 所示。

Moldex3D 是從塑膠射出成型產業躍進到新穎的金屬成型技術，目前常見的技術，多半都是以塑膠、石膏等為原料，金屬則多是以粉末粘接(Three Dimensional Printing and Gluing,3DP)或雷射燒結 Selecting Laser Sintering,SLS)等「固體」處理方式，近來在美北卡羅萊納州立大學則有使用的「液態」金屬成型方式。

Moldex3D 最新的粉末射出成型(PIM)解決方案，反映出產業對於品質要求越來越高。Moldex3D PIM 可以協助檢視充填階段粉末密度的變化。此外，Moldex3D 可以提供工具協助評估成型條件，以降低產品在射出成型製程中可能發生的缺陷。除了 Moldex3D PIM 模擬解決方案之外，Moldex3D 材料實驗室具備全方位塑膠材料檢測能力，提供粉末射出成型製程一個完整性解決方案。惟目前利用該技術列印金屬，比起塑膠材料，成本竟有百倍之差，短時間內，恐怕仍不容易獲得大眾市場的青睞。



圖 42



圖 43



圖 44

J. 旋形加工 (Spining) 成型：如圖 45~47，現場作業及相關半成品展示。

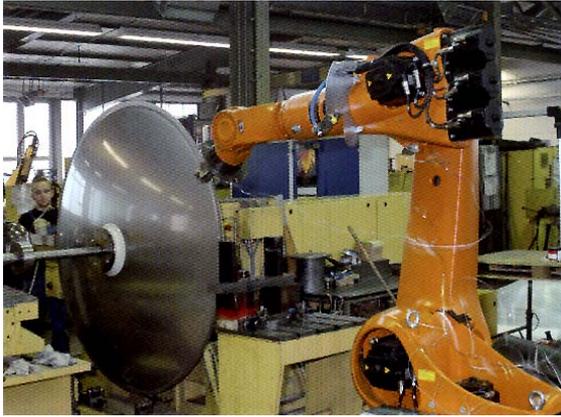


圖 45



圖 47



圖 46

(2) 11月06日：參觀目前業界最新之切割設備，以利後續工服開發案之鋁合金及其他合金之板材、管材、型材切割參考用。

A. 雷射切割：雷射切割是一種以雷射光束作為工具的熱加工過程。雷射發振器(resonator)產生發散角非常小之近似平行光束，此一光束的能量分佈相當於高斯(鐘型)曲線。緊接在發振器之後的光束放大器(beam telescope)則加寬了雷射光束，光束直徑被放大為兩倍。隨後雷射光束藉由外部光學鏡片組從發振器被導入機台內的聚焦裝置。聚焦裝置包含了一片透鏡將雷射光束聚集在焦點上。此焦點上的能量密度每平方公分超過 107 瓦 ( $107\text{W}/\text{cm}^2$ )，而在這透鏡和焦點間的距離隨透鏡的焦點長度改變。近來雷射光束聚焦後的束徑小於 50um，所以利用雷射切割允需的公差，可控制在 50 um。

如圖 42~50 所示，現場提供雷射切割的各項運用範疇、作業實務及半成品展示。



圖 42



圖 43

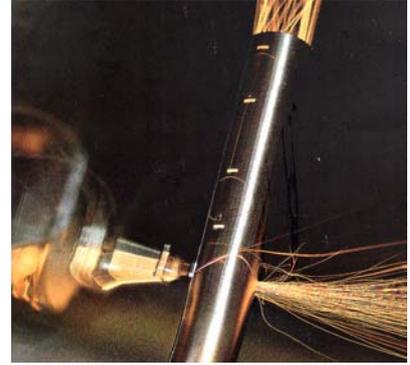


圖 44

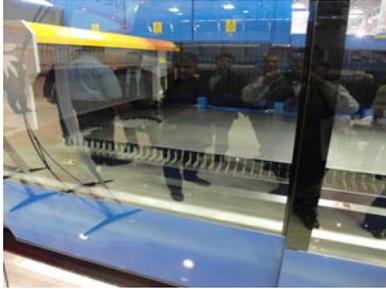


圖 45

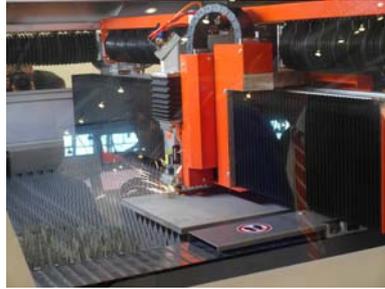


圖 46



圖 47



圖 48



圖 49



圖 50

B. **雷射雕刻**：雷射雕刻是利用電壓或電流通過光學的共振腔，經由活性的介質激發而造成一個狹窄光束，其光束可以經過反射鏡片被高度精確的聚焦於一個小點上，使得雕刻物品表面氣化或熔化，經由數個點而組合成字或圖形的標示。

如圖 51~59，現場提供雷射雕刻的各項運用範疇、作業實務及半成品展示。



圖 51



圖 52



圖 53



圖 54



圖 55



圖 56



圖 57

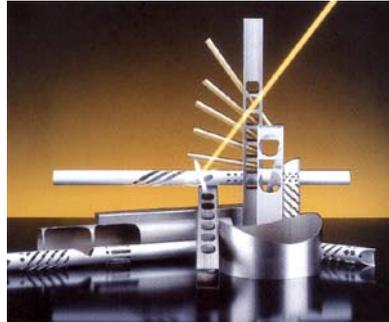


圖 58



圖 59

### C. 水刀工藝簡介與應用：

水刀噴嘴一般採用人造(或天然)紅寶石或藍寶石，直徑通常是 0.1mm 至 0.5mm，當水被加壓至很高的壓力經由噴嘴的小開孔通過時，可產生一道達約 1000m/s (約音速的三倍)的水箭，此高速水箭可切割各種軟質材料包括食品、紙張、紙尿片、橡膠及泡棉，此種切割被稱為純水切割。80 年代初，發展出了一種加砂水刀。所謂加砂水刀即在高壓水中加入石榴砂或金剛砂等磨料，此時，大部份的切割工作由磨料的沖蝕和磨削作用來完成，以達到增強切割能力、加工硬質材料的目的。

如圖 60~61，水刀操作機制原理示意圖（攝自現場影片），水刀現場作業情形如圖 62~63 所示。

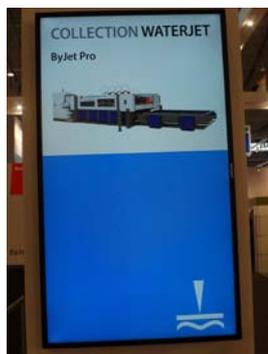


圖 60



圖 61



圖 62



圖 63

(3) 11月07日：瞭解目前業界最新之銲接以及表面處理設備，做為未來鋁合金工服案之板件及管件銲接參考。

A. 傳統接合方式：MIG/TIG銲接：現場實地作業及半成品展示如圖 64~69 所示。

- ① 熔化電極惰性氣體保護焊（metal inert-gas welding，MIG焊）使用熔化電極，以外加惰性氣體（Ar 或 He）作為電弧介質，以保護金屬熔滴、焊接熔池和焊接區高溫金屬的電弧焊方法。
- ② 鎢極氣體保護電弧焊（Gas tungsten arc welding，GTAW焊），或稱鎢極惰性氣體保護焊（tungsten inert gas welding，TIG焊），是一種以非熔化鎢電極進行焊接的電弧焊接法。進行 GTAW焊時，焊接區以遮護氣體阻絕大氣汙染（普遍使用氬等惰性氣體），並通常搭配使用焊料（填充金屬），但有些自熔焊縫可省略此步驟。焊接時，由傳導通過高度離子化的氣體和金屬蒸氣（即電漿）的電弧，作為恆流焊接電源，提供能量。GTAW焊常用於焊接不鏽鋼和鋁、鎂、銅合金等非鐵金屬的薄板。相較於手工電弧焊和氣體保護金屬極電弧焊，它更易於控制焊接處，提高焊接品質。



圖 64



圖 65



圖 66



圖 67



圖 68



圖 69

B. **雷射銲接**：如圖 70~73 所示，雷射銲接可獲得焊道較小的熱影響區（Heat Affect Zone，HAZ），較佳的穿透深度，較乾淨的銲接表面。



圖 70

圖 71

圖 72

圖 73

C. **表面處理**：現場展示一般機械式研拋及電化學的電刷機制。

① 工件表面以機械式研磨、拋光：如圖 74~79，以研磨石、皮帶輪、鋼刷等進行鋼板表面清潔實況。



圖 74



圖 75



圖 76



圖 77



圖 78



圖 79

②電刷機制去除焊道表面高溫氧化層：現場實作如圖 80；試樣銲道處理前、後如圖 81、82 所示，經處理後，原銲道處所見黑色的高溫氧化色澤形態已完全去除。



圖 80



圖 81



圖 82

二、參訪Bruker公司：11 月 08 日由斯圖加特搭機到柏林參訪Bruker公司，針對本組現有場發射掃描式電子顯微鏡（Field-emission Scanning Electron Microscope，FE-SEM）實驗室，現行使用設備加裝該公司 X-光波長分佈分析儀(Wavelength Dispersive Spectrometer，WDS) 產品之可行性，或其他替代方案。同時亦利用此一機會拜會背向散射電子繞射儀( Electron Back Scattered Diffraction，EBSD) 實驗室、顯微 X 射線螢光分析儀（QUANTAX Micro-XRF，MXRF）實驗室負責主管及應用工程師，藉以瞭解當今在材料分析儀器解析能的發展情形。

(1) 參訪背向散射電子繞射儀實驗室（Electron Back Scattered Diffraction，EBSD）：

1. 拜會 Mr. Albert Young（圖 83 後者）， Dr. Chuan Wei Chung（圖 85 左者）、Dr. Daniel Goran（圖 85 右者），除親自儀器操作（圖 84），並進行設備瞭解與案例說明及討論。
2. 由該設備製造部經理 Dr. Daniel Goran 親自簡報約 1 個小時，並針對於 101 年本所當時委託該實驗室執行晶圓切割用電鍍鑽石線鋸（Diamond wire saw：DWS）的解析為案例，進行與現有分析能量的比對。對於該分析設備在金屬加工結晶的滑移系統、極圖（Pole Figure）、結構確認及量化均有相當的貢獻度，有助於本所對於院外工業服務案在材料冷加工的塑性變形機制的解析與優化方案擬訂。
3. 該設備極具結構的解析能量，有助於 X-光繞射儀（XRD）及穿透式電子顯微鏡（TEM）在結晶相的解析及量化測試的代表性，此對繼晶圓切割用電鍍鑽石線鋸業科結案後

的後續衍生效益評估與執行，有相當的助益。

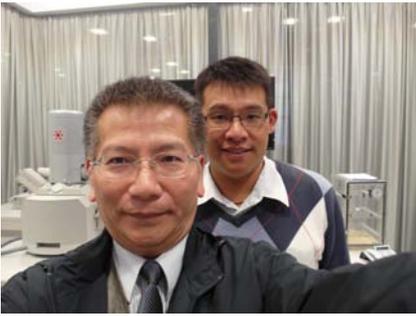


圖 83

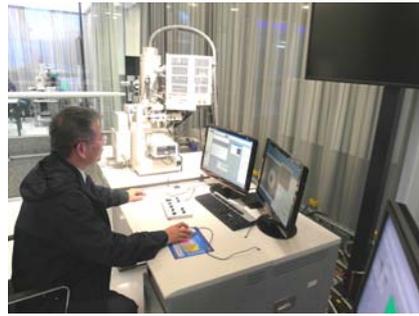


圖 84

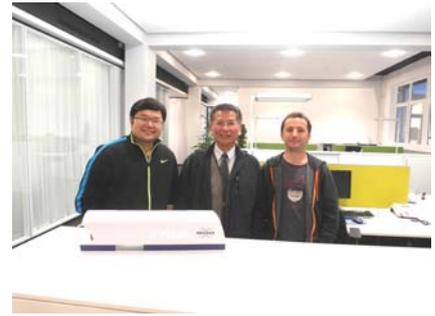


圖 85

(2) 參訪X-光波長分佈分析儀實驗室 (Wavelength Dispersive Spectrometer, WDS) :

1. 拜會 WDS 製造部經理 Dr. Jorg Silbermann (圖 86 左者)，聽取約 40 分鐘的介紹，瞭解其設計重點是藉由平行光機制，聚焦於可裝置六個分光晶體，具旋轉機制的六角型裝置。
2. 分光重點在於解析 3.6Kev 的特性 X-光，所以每一道次僅分析單一元素 (1 element/ sequence)



圖 86

- ，對於材料進料全定量測試，為縮短測試時間，尚需與 X-光能量分佈分析儀 (EDS) 並行使用，或非單一 WDS 可勝任，成本效益尚需審慎評估。
3. 目前訂價約在 10 萬元美金，以此取代本組現有 EPMA 測試機制，其解析能尚需進一步評估。

(3) 參訪顯微X射線螢光分析儀實驗室 (QUANTAX Micro-XRF, MXRF)



圖 87



圖 88

1. 拜會 QUANTAX Micro-XRF 部門製造部經理 Dr. Walter Hölsch（如圖 87 左者），瞭解設備（如圖 88）能量，期能與本組現在以分光儀（Spark-OES）在執行 Mg、Al 合金，在微量輕元素的解析能量進行比對。
2. 據瞭解該設備須架構在 SEM，將電子束徑控制在 40 微米，激發出的特性 X 射線螢光即可進行分析。另藉由 通過結合電子和X射線激發的特性X-光譜的定量結果，增強分析的準確性，對於微量元素檢測有極佳的解析能；同時 對於較重金屬的微量元素檢測，相較於電子束的激發，具有高於 20~50 倍的偵測靈敏度。
3. 目前該設備訂價約在 10 萬美元，對於檢量線（Calibration line）的建立，以及分析程式標準化，仍有部分疑問，要求進一步說明。
4. 該設備仍須建構在 SEM 機台上，無法獨立作業，對於須配合爐邊分析的測試任務需求，較不適用，在解析能力是否有優於 WDS 或 EDS，雖須進一步比對測試，惟其對測試平台運用是個重要的選項，有利交叉比對驗證。

（4）感謝部門經理 Dr. Gabriele Mäurer（如圖 89~90 右者）熱忱安排，離開前已夜幕低垂（約當地時間晚上 20:00），於該公司新展示大樓前合影。



圖 89



圖 90

## 參、心得

「工欲善其事必先利其器」經由參加此次在德國所舉辦的雙展覽會，以及參訪全球著名的材料分析儀器大廠，充分瞭解當今最先進的加工設備、成型工藝、製作道次設計，以及相關分析設備、儀器的解析能量及測試準確度及檢量線校正等，實質挹注爾後在工業服務案的執行、核心技術能籌構思，對未來走向更具方向感與營運規劃能力。

祈本院能繼高強韌性、高 K 值油回火線的優良 SBIR（經濟部技術處鼓勵中小企業開發新技術計畫）成功研製案，高值化「晶圓切割用電鍍鑽石線鋸」業界科專成功結案後，在現有五所鋁合金團隊與加工測試團隊，積極投入於合金設計、開發，不斷強化團隊專業與本質學能，與自行車 A-team 聯盟廠商、運動及健康器材業界、綠建築建材業，從事打樣及建案，積極籌建相關院外產業議題與專案，以擴大工業服務與商轉機會。

### **具體成果：**

- 1、瞭解先進國家在成型加工、研磨、切割、銲接及表面處理等材料加工設備與技術之最新發展現況，充分蒐集相關資訊與製程理念。
- 2、觀摩最新材料加工及製程道次設計、工藝技術，並取得先進設備之特性資訊，作為本院從事相關研究之參考。
- 3、藉由參加展覽機會，與各國參展廠商、從業人員、學者專家交流互動，學習先進國家長處，以利本單位工業服務計畫之推展。
- 4、拜訪國際設備大廠 Bruker 公司，除藉以評估本所材料檢測儀器老舊相關汰舊換新、替代方案外，並期能提昇未來工業服務測試案之準確性及效益。
- 5、目前本所鋁合金團對正如火如荼的展開與業界的合作，除於103年確定在經濟部建立加值型傳產科專計畫的鋁合金分項外，更積極研發新的鋁合金設計，投入自行車A-team聯盟廠商的建案。此次雙展覽獲得不少銲接以及成型技術資訊，並與相關參展廠商建立良好的關係，可做為爾後技術諮詢與研討的對象。

## 肆、建議事項

- 1、本計畫在提供業界委託測試案或產品研製專案的執行，充分瞭解先進國家在成型加工、研磨、切割、銲接及表面處理等材料加工設備與技術之最新發展，與製程理念，實質助益業務的執行與推廣。目前本所鋁合金團隊正與自行車 A-team 廠商聯盟，進行高強度輕量化的車架研製，在製作工藝與焊接方案均有實質助益。惟在展場所見大多著重安全性，而本所因應業界需求較偏重輕量化的製程理念，如何取得平衡點，仍須進行後續的工程驗證，期能有效引用展場所見技術，再創高附加價值的產業議題。
- 2、拜訪國際設備大廠 Bruker 公司，針對本所現行部分分析儀器老舊問題，尋求解套或替代性方案。雖已能充分瞭解該公司相關分析儀器的解析能及再現性、準確度等關鍵資訊，惟是否能相容，組裝後的實質效益等因素，仍需積極進行後續評估。以持續精進與維護優勢的測試平台，有效提供本計畫在製程參數研擬與品控系統掌控。

## 附件：參展廠商資料

### Nomenklatur – Numerisch Nomenclature – numerical

#### 5501 - Blech und Blechhalbzeuge (Stahl und NE) / Sheet metal and semi finished products

550101	Bandstahl / Strip (coiled) metal	550119	Lohnunternehmen / Sub-contractors
550102	Biegeteile, Stanzbiegeteile / formed and punched-formed parts	550120	Mechanische Fertigung / Mechanical fabrication
550103	Blech und Band (FE, NE) allgemein / Sheet/strip metal (ferrous/non ferrous), general	550121	Metallbeschichtetes Blech/Band / Metal plated sheet/coil
550104	Blecherzeugnisse (Fertigprodukte, Form- und Stanzteile z.B. Verschlusstechniken, Dichtungsprofile) / Sheet metal parts (finished products, formed and punched parts incl. fastening systems, profiled joints)	550122	Oberflächenveredeltes, beschichtetes/plattiertes Blech u. Band / Surface treated/plastic coated/plated sheet and coil
550105	CNC Abkanten / CNC sheet metal brakes	550123	Plasmaschneiden / Plasma cutting
550106	CNC-Stanzteile / CNC-Stampings	550124	Press-, Zieh- u. Stanzteile, Feinschneideteile / pressed, drawn, punched and fine-blanked parts
550107	Drückteile / spun/flow formed parts	550125	Profile / Sections
550108	Eisen, Stahl, NE-Metalle, allgemein / Ferrous/non ferrous metals, general	550126	Sonstige Werkzeugzeugzeugnisse / Other rolling mill products
550109	Feinblech / Sheet metal	550127	Spezialprofile / Custom sections
550110	Folien / metal film	550128	Tailored Blank, Sonderbleche / tailored blanks, special sheets
550111	Formzuschnitte und Lohnbetriebe / Blanks, formed parts an sub-contractors	550129	Zulieferteile u. Fertigprodukte der Blechumformung / sheet metal parts/finished products
550112	Grobbleche / Heavy plate	550130	Zusammenbauteile, Baugruppen aus Blech, sonst. Fertigprodukte (z.B. Verschlusstechniken, Dichtungsprofile) / sheet metal assemblies, other fin. parts (incl. fastening systems, profiled joints)
550113	Halbwarm-/Warmumformteile / warm and hot formed parts	550131	Zubehör für den Blech- und Metallbau: Verschlüsse, Griffe, Scharniere, Verbindungstechnik, Dichtungen, Zubehör / Equipment for sheet metal constructions: latches, handles, hinges, fasteners, gaskets and accessories
550114	Halbzeuge (inkl. Lochbleche, Streckmetall, Drahtgestricke) / Semi-finished products (incl. Knitewire)		
550115	Hohlprofile/Rohre / Sections/tubes		
550116	IHJ/Hydroformteile, Tiefziehteile, Sonder- teile / internal high pressure/hydroformed parts, deep drawn parts, specialised parts		
550117	Kunststoffbeschichtetes Blech/Band / Plastic coated sheet/coil		
550118	Laserschneidteile / Laser-Cut-Parts		

#### 5502 - Handhabungstechnologie / Handling technology

550201	Ab- und Aufwickelmaschinen/-haspeln / Coiling/uncoiling equipment, reels	550211	Magnetische Werkstückspannzeuge / Mag- netic work piece fixing devices
550202	Abstapelanlagen / Stacking devices	550212	Montage-technik / Assembly technology
550203	Anschlagsysteme / Stop systems	550213	Platinen / Storage of blanks
550204	Auswerfvorrichtungen / Ejecting devices	550214	Platinenzuführungen / Blank feeding units
550205	Bandlaufregelsysteme / Pass line control systems	550215	Roboter für Blechbearbeitung/-handling / Robots for sheet metal working/-handling
550206	Blechteile / Storage of sheet metal parts	550216	Transfereinrichtungen / Transfer facilities
550207	Coils / Storage of coils	550217	Vakuum-Spannplatten / Vacuum fixing plates
550208	Einlegevorrichtungen / Work piece insertion units	550218	Werkstückspannzeuge / Work piece fixing
550209	Feeder / Feeders	550219	Werkzeughandling / Tool handling
550210	Fördern und Entnehmen / Handling and part removal	550220	Zu- und Abführeinrichtungen / Feeding/dis- charging equipment
		550221	Zu- und Abführen (Band) / Feeding and dis- charging (coil)

550222	Zuführeinrichtungen, allgemein / Feeding and loading equipment, general	550225	Coiltransportwagen / Coil Transport Cars
550223	Zwischenlagern/Puffern / Intermediate storage	550226	Schwerlast-Transportfahrzeuge / Heavy Load Transport Cars
550224	Coil-Wendeeinrichtungen / Coil Turning Devices		

### 5503 - Trenntechnologie / Separation technology

550301	Ablängen/Zuschneiden / Cutting to length/trimming	550323	Perforiermaschinen / Perforating machines
550302	Abschneidmaschinen / Length cutting machines	550324	Plasmaschneidanlagen / Plasma jet cutting machines
550303	Ausklink- und Aushaumaschinen / Nibbling and notching machines	550325	Platinenscheren / Slab shears
550304	Bandsägen / Band sawing machines	550326	Quer- und Längsteilanlagen / Cutting to length and slitting machines
550305	Bandteilanlagen und -automaten / Strip slitting units/systems	550327	Revolverstanzen / Turret presses
550306	Besäumenanlagen / Edge trimming equipment	550328	Rundmesserschere / Rotary shears
550307	Beschneidmaschinen für Hohlkörper / Cutting machines for hollow shapes	550329	Scheren, Messer / Shear blades/Knives
550308	Beschneidmaschinen und -automaten / Trimming machines (manual/automatic)	550330	Scheren- und Schneidmaschinen / Shears and cutting machines
550309	Ecken-Ausklinken / Corner shear	550331	Scheren, Formstahl-, Knüppel-, Block-/Section, billet, ingot, shears
550310	Feinschneidpressen und -automaten / Fine blanking presses (manual/automatic)	550332	Schneidpressen / Punching presses
550311	Feinstanzpressen/-anlagen / Precision blanking presses	550333	Schweißtrennverfahren/Brennschneidmaschinen / Flame cutting equipment
550312	Formschneiden / Blanking	550334	Sonderscheren- und Schneidmaschinen / Special shears and cutting machines
550313	Hochleistungs-Stanzautomaten / High performance feed presses (automatic)	550335	Sonderstanzmaschinen / Specialized presses for punching/noting/stamping
550314	Kreissägen, Sägen, Sonstige Sägen / Circular sawing machines, sawing equipment, other sawing machines	550336	Sonstige Trennverfahren / Other separation processes
550315	Kreisscheren / Circle cutting shears	550337	Spaltanlagen / Slitting lines
550316	Kopierstanzen / Turret punch presses	550338	Tafelscheren / Guillotine shears
550317	Kurvenschere / Curve cutting shears	550339	Trennmaschinen allgemein / Separation equipment, general
550318	Laserschneidanlagen / Laser cutting machines	550340	Trenntechnologie-Zerteilen / Separation technology slitting
550319	Lochstanzen / Punching machines	550341	Trennschleifmaschinen / Cutting-off grinders
550321	Nuten, Perforieren / Notching, perforating	550342	Wassersstrahlschneidanlagen / Water cutting systems
550322	Nutenstanzen/-automaten / Automated notching machines	550343	Brennschneidanlagen / Flame-cutting equipment

### 5504 - Umformtechnologie / Forming technology

550401	Abkantmaschinen / Bending machines	550406	Biegeumformen / Straightening, forming, bending
550402	Abkantpressen/Dreipunkt / Press brakes/3-point	550407	Blech- und Profilwalzmaschinen/Drückwalzmaschinen / Sheet metal profile rolling machines, spinning and flow forming machines
550403	Abstreck-Ziehanlagen / Drawing/ironing machines	550408	Blech-Biegemaschinen / Sheet metal bending machines
550404	Arrondierapparate / Rounding off equipment	550409	Blech-Formmaschinen / Sheet metal forming machines
550405	Biege- und Richtpressen / Bending/straightening presses		

550410	Blech-Richtmaschinen / Sheet metal levelling machines	550444	Rollform-Maschinen für Hohlkörper / Roll forming machines for hollow components
550411	Blechentgratmaschinen / Sheet metal deburring machines	550445	Rollformoperationen, allgemein / Roll forming operations, general
550412	Blechkanten-Hobelmaschine / Plate edging machines	550446	Rundbiegemaschinen / Bending rolls/circular lamination
550413	Bördelmaschinen / Curling machines	550447	Schlagpressen / Blow forging presses
550414	CNC-Pressen / CNC-presses	550448	Schweißkantenformmaschinen / Plate edge bevellers
550415	Drück- und Planiermaschinen / Spinning and planishing machines	550449	Schwenkbiegemaschinen / Folding machines
550416	Druck- Umformen / Pressure forming	550450	Sickenmaschine / Crimping machines
550417	Einständerpressen / Double-sided presses	550451	Sonderpressen / Specialized presses
550418	Endbearbeitungsmaschinen / Edge trimming machines	550452	Spindelpressen / Fly presses
550419	Excenterpressen / Eccentric presses	550453	Streckrichtanlagen / Stretcher levelling machines
550420	Falzmaschinen / Seaming machines	550454	Streckziehpressen / Stretch wrap forming presses
550421	Flanschmaschinen / Flanging machines	550455	Tiefziehpressen / Deep drawing presses
550422	Fließpressen / Extruding presses	550456	Tischpressen / Bench presses
550423	Fräsmaschinen / Milling machines	550457	Tuschierpressen / Die spotting presses
550424	Fußpendelpressen / Foot lever presses	550458	Vierständerpressen / Four column presses
550425	Gesenkbiegepressen/Abkantpressen / Die sinking presses/press brakes	550459	Walzwerke / Rolling mills
550426	Gewinderollanlagen / Thread rolling machines	550460	Wellblech-Herstellungsmaschinen / Corrugating machines for sheet metal
550427	Hydraulische Pressen allgemein / Hydraulic presses	550461	Wulstmaschinen / Beading machines
550428	Hydro-pneumatische Pressen / Hydro Pneumatic Presses	550462	Zug-Druck-Umformen / Tensile/pressure forming
550429	Innenhochdruckumformen / Internal high pressure mould	550463	Zugumformen / Tensile forming
550430	Isoliermaschinen / Insulating machines	550464	Zweiständerpressen / Two column (open gap) presses
550431	Kaltfließpressen / Cold extrusion presses	550465	Hydroform Pressen / Hydroforming Presses
550432	Kalt- und Halbwarmumformung von Profilen und Dickblechen / Cold and warm forming of profiles and plate	550466	Blech-Stanzmaschinen / Punching Machines
550433	Kantenbearbeitung / Edge forming	550467	Walzrichtmaschinen / Roll levelling machines
550434	Kniehebelpressen / Toggle lever presses	550468	Hydromechanische Pressen / Hydromechanical Presses
550435	Kurbelpressen / Crank presses	550469	Vorschub-Richtmaschinen / Feeder-Straighteners
550436	Mechanische Pressen, allgemein / Mechanical presses, general	550470	Coilabroller-Vorschubrichtmaschinen / Coil Cradle Feeder Straighteners
550437	Münzprägepressen / Coining presses	550471	Walzenvorschübe / Roll Feeders
550438	Pneumatische Pressen / Pneumatic presses	550472	Zangenvorschübe / Gripper Feeders
550439	Pressen, allgemein / Presses, general	550473	Beölungssysteme / Lubricating Systems
550440	Profiliermaschinen / Roll formers	550474	Warmformpressen zum Presshärten / Hot-forming presses for press hardening
550441	Rändelmaschinen / Knurling machines	550475	Gebrauchtmaschinen / used machine
550442	Richtmaschinen und -anlagen / Straightening machines and equipment	550476	Presshärten / pressharder
550443	Rohrendenbearbeitungsmaschinen / Tube end forming machines		

#### 5505 - Flexible Blechbearbeitungstechnologie / Flexible sheet metal working technology

550501 Beschneide- und Umformmaschinen / Trimming and forming machines

550849	Mikroschweißen / Micro welding	550876	Schweißen und Löten / Welding and soldering
550850	Mobile Clinchwerkzeuge und -einrichtungen / Mobile pressure joining equipment	550877	Schweißkonstruktion / Welded Structure
550851	Niet- und Fügemaschinen / Rivet- and joining machines	550878	Schweiß-, Löt- und Plasmazubehör, Verschleißteile / Welding/soldering plasma accessories, general
550852	Niet- und Schraubverfahren / Fastener based systems/processes	550879	Schweißroboter / Welding robots
550853	Nieten, Muttern, Schrauben, sonst. Befestigungselemente / Fasteners (incl. rivets, nuts, studs, bolts, screws)	550880	Schweißvorbereitung / Welding preparation
550854	Niet-/Schraubmaschinen/-automaten / Fastener application machines (incl. automatic devices)	550881	Schweißvorbereitungs-Kantenfräsmaschinen / Chamfering and deburring machines
550855	Niet-/Schraubwerkzeuge / Installation tools	550882	Sonstige Schweiß-/Lötmaschinen/-anlagen / Other welding/soldering machines and equipment
550856	Plasma/MIG-Schweißen / Plasma-MIG welding	550883	Spritzverfahren, allgemein / Spraying processes, general
550857	Plasmaschweißen / Plasma welding	550885	Stumpfschweißmaschinen / Butt welding machines
550858	Plasma- und Laserstrahl-Schweißgeräte / Plasma and laser beam welding and cutting equipment	550886	Ultraschallschweißen / Ultrasonic welding
550859	Produktionsanlagen für Zusatzwerkstoffe, Verbrauchsstoffe, allgemein / Plants for the production of filler materials and consumables, general	550887	UP-Schweißen / Submerged arc welding
550860	Punktschweißelektroden / Spot welding electrode	550888	Vollmechanisierte und automatisierte Anlagen zum Löten, Schweißen allgemein / Fully mechanized and automatic plants for brazing, soldering, or cutting, general
550861	Punktschweißmaschinen / Spot welding machines	550889	Wärmebehandlung, allgemein / Heat treating, general
550862	Punktschweißzangen / Spot welding guns	550890	Walzschweißen / Roll butt seam welding
550863	Preßstumpfschweißen / Resistance butt welding	550891	Weichlote, Hartlote und andere Lotformen / Solders, Brazing fillers and other form of solders
550864	Qualitäts- und Gütesicherung beim Schweißen, Schneiden, Löten / Quality assurance for brazing, welding or cutting, soldering	550892	Werkstatt- und Arbeitsplatzausrüstung, Sicherheits-einrichtung Löten oder Schneiden, allgemein / Workshop and work station equipment, safety equipment for brazing welding or cutting, general
550865	Reibschweißen / Friction welding	550893	Widerstandsschweißen / Resistance welding equipment
550866	Richtmaschinen / Straightening machines	550894	Widerstandspunktschweißen / Resistance spot welding
550867	Rohrschweißmaschinen/-anlagen / Tube welding equipment	550895	WIG-Schweißen / TIG (GTA) welding
550868	Rollnahtschweißen / Seam welding	550896	Zubehör- Gasversorgung, allgemein / Gas supply accessories, general
550869	Rollnahtschweißgeräte / Seam welding machines	550897	Zubehör für die Widerstandsschweißtechnik / Resistance welding accessories
550870	Rolltransformatorschweißen / Butt seam welding with rotary transformer	550898	Zubehör für MIG-MAG Anlagen / MIG-MAG consumables
550871	Schleifkontaktschweißen / Butt seam welding with sliding contacts	550899	Zubehör für Schweiß-, Schneid- und Lötanlagen, allgemein (inkl. Roboter) / Accessories for soldering-, welding- or cutting- and brazing or general (incl. robots)
550872	Schutzgasschweißanlagen / Shielded arc welding installations	550901	Zusatzwerkstoffe zum Schweißen für Stähle, Kunststoffe, NE-Metalle allgemein / Welding fillers for steels, plastic, non-ferrous metal, general
550873	Schweißbrenner und Zubehör / Welding torches and spare parts		
550874	Schweißelektroden / Welding rods/electrodes		
550875	Schweißen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen / Magnetically impelled arc butt (MIAB) welding		

550902	Zusatzwerkstoffe zum Schweißen, thermischen Schneiden und S-Drähte, Bänder, Stäbe und sonstige Werkstoffe / Filler materials for welding, thermal cutting and spraying: rods and other materials	550904	Schweißer-Schutz-Kabinen / welding protection booths
550903	Schweißische / Welding tables	550905	Schweißer-Schutz-Vorhänge / welding protection curtains

#### 5510 - Oberflächentechnologie / Surface technology for sheet metal/plate (process-related)

551001	Abkant-/Gesenkbiegewerkzeuge / Tools for die sinking presses/press brakes	551034	Mechanisch Verfestigen / Consolidating
551002	Abtragen (mechanisch, elektrisch, chemisch) / Stripping (mechanically, electrically, chemically)	551035	Metallbearbeitungs- und Umformschmierstoffe / Metal working and forming lubricants
551003	Ätzen / corroding	551037	Nieten / Riveting
551004	Aufdampfen / Vaporising	551038	Nietmaschinen/-automaten / Riveting machines (also automatic)
551005	Aufschmelzen / melting	551039	Nietwerkzeuge / Installation tools
551006	Auftragsschweißen / electro-surfacing	551040	Oberflächenschutz / Surface protection
551007	Bandschleifmaschinen, allgemein / Belt grinding machines, general	551041	Oberflächenbehandlung, chemisch / Chemical surface treatment
551008	Behälter-Schleifmaschinen / Grinding machines for vessels	551042	Oberflächenbehandlung, elektrolytisch / Electrolytical surface treatment
551009	Beizen / Pickling	551043	Oberflächenbehandlung, mechanisch / Mechanical surface treatment
551010	Beschichten / Coating	551044	Oberflächenbehandlung, allgemein / surface treatment, general
551011	Blindnieten/-mutter/-schrauben / Blind rivet nuts and studs	551045	Polieren / Polishing
551012	Bolzenschweißen / Stud welding	551046	Pulverrückgewinnungsanlage / Powder reclamation equipment
551013	Breitbandschleifmaschinen / Wide belt grinding machines	551047	Reinigen / Cleaning
551014	Bürsten / Brushing machines	551048	Reinigungsgeräte, allgemein / Cleaning appliances, general
551015	Diffundieren / Diffusing	551049	Sandstrahlanlagen / Sand blasting plant
551016	Diffusionsglügen / Diffusion annealing	551050	Schleifen / Grinding
551018	Einpressbefestiger / Self clinching fasteners	551051	Schleifmaschinen / Grinding machines
551019	Einstanzmutter-System / Piercing nuts system	551052	Schmierstoffe (einschließlich Vorbehandlung) / Lubricating (incl. preparation)
551020	Elektrophorese / electrophoresis	551053	Setzmutter / Press nuts
551021	Elektrostatische Pulverbeschichtung / Electrostatic powder coating	551054	Sinterbeschichten / Sinter coating
551022	Elektrostatische Sprühsysteme / Electrostatic spray systems	551055	Stationäre Clinchmaschinen und Anlagen / Stationary pressure joining equipment
551023	Entzundern / Decaling	551056	Strahlen / Shot-blasting
551024	Erodieren / Eroding	551057	Stufen-/Transferpressen / Transfer Presses
551025	Färben / Dyeing	551058	Tauchverfahren / Dip-coating processes
551026	Feuerverzinken / Hot-dip zinc plating	551059	Trocknungsanlagen / Drying equipment
551027	Feuerverzinnen / Hot-dip tinning	551060	Verändern von Stoffeigenschaften / changing the characteristics of materials
551028	Flachsleifmaschinen / Surface grinding machines	551061	Wasch- und Entfettungsanlagen / Washing/degreasing, equipment
551029	Flamm-/Laserspritzen / Flame/laser spraying	551062	Beschriften, Markieren allgemein / Labeling, marking general
551030	Formschneiden mit Werkstück / Blanking incl. work piece	551063	Laserbeschriften, Lasergravieren / Laser marking, laser engraving
551031	Galvanisieren / Galvanising		
551032	Härten / Hardening		
551033	Langbandschleifmaschinen / Long belt grinding machines		

**5511 - Werkzeugtechnologie / Tool technology for sheet metal working/plate working**

551101	Abkant-/Gesenkblegwerkzeuge / tools für die-sinking presses/press brakes	551125	Transferpressen-Werkzeugsätze / Transfer tool sets
551102	Drückerwerkzeuge/Drückwerkzeuge (Gewindedruck-, Abstreck-, Pojizierwerkzeuge / spinning/pressing/straightening/planishing tools (incl. thread forming, flow-forming and flow-turning tools)	551126	Überwachungssysteme / Tool monitoring systems
551103	Durchziehwerkzeuge (Ziehmatrizen, Walzen, Abstreckwerkzeuge) / Lancing/plunging/bur-ring tools (incl. die-plates, rollers, flow-turning-tools)	551127	Verarbeitungstechnik für Einstanzmuttern / Application technique for piercing-nuts
551104	Flachschleifmaschinen / Surface grinding machines	551128	Vorrichtungen / Jigs
551105	Folgewerkzeuge / Follow-on tool sets	551129	Walzen (Flach-, Profil-, Gewinde-, Schräg-, Drückwalzen) / Roll-forming tools (levelling, section, thread forming, angled rolling, flow forming rollers)
551106	Formnormalien / Pattern standards	551130	Wärmebehandlung von Werkzeugen/Hartbeschichtungen / Heat treatment of tools/hard coatings
551107	Freiformwerkzeuge / Free forming tools	551131	Werkzeuge für die Biegeumformung / Bending/forming tools
551108	Hartmetallwerkzeuge / Carbide tools	551132	Werkzeuge für die Druckumformung / Pressure de formage par pression
551109	Heißkanalsysteme / Hot runner systems	551133	Werkzeuge für die Zugdruckumformung / Drawing/pressure forming tools
551110	Hilfsmittel und Werkzeugbauteile / Tool accessories, components	551134	Werkzeuge für die Zugumformung / Drawing tools
551111	Kontroll-Lehren / Templates	551135	Werkzeuge zum Fügen durch Umformen / Stacking/clinching tools
551112	Messer, Scheren / knives, shear blades	551136	Werkzeuge zum Kragenziehen und Knickbauchen / Forming-by-raising tools, bending-by-bulging tools
551113	Montage- und Handhabungstechnik / Fitting/handling systems	551137	Werkzeuge zum Trennen / Separation tools
551114	Normalien für Stanz- und Formwerkzeuge / Standards for punching and form tools	551138	Werkzeughandling/-behandlung / Tool handling/treatment
551115	Normalien, Führungen / Standardized components, guide elements	551139	Werkzeugsätze / Tolls sets
551116	Rollbiegwerkzeuge (Rund-, Biege-, Profillierwalzen) / Edge coiling tools	551140	Werkzeugspannsysteme / Clamping systems
551117	Schmiereinrichtungen / Lubricating equipment	551142	Werkzeugstähle, Schnellarbeitsstähle / Tool steels, high speed steels
551118	Schneid- und Stanzwerkzeuge (Folgeschneid-, Komplett- schneid-, Perforier-, Nutwerkzeuge) / Cutting/punching tools (incl. transfer tools, perforating tools, grooving tools)	551143	Werkzeugträger (Kassetten u.ä.) / Fixtures, supports (cassettes etc.)
551119	Schwenkblegwerkzeuge (Abkant-, Falz-, Rundbiege-, Sicken-, Bördelwerkzeuge) / Folding tools ( edging, folding, rounding, creasing, bordering tools)	551144	Werkzeugwechselsysteme / Tool changing systems
551120	Sonstige Werkzeuge / Other tools	551145	Keramische Werkzeuge / Ceramic Tools
551121	Spannzeuge/Spannelemente / Clamping devices	551146	Gewindeformen auf der Presse / In-die tapping
551122	Stanznormalien / Punching standards	551147	Werkzeugwendestationen / Die Manipulators / Die Splitters
551123	Streckziehwerkzeuge, Hohlprägwerkzeuge / Stretch-forming tools, embossing tools	551148	Werkzeugöffner / Mould Openers
551124	Tiefziehwerkzeuge / Deep drawing tools	551149	Werkzeugwechselwagen / Die Exchange Cars

**5512 - Prozesskontrolle und Qualitätssicherung / Process control and quality assurance**

551201	Anreiß-/Meß-/Tuschierplatten / Marking, measuring and surface plates	551202	Bauelemente für Steuerungs- und Regleinrichtungen / Components for control devices
--------	--	--------	--

551203	Dickenmessung an Metallen / Thickness measurement of metals	551212	Oberflächenprüfgeräte / Measuring and testing
551204	Doppelblechkontrolle / Double sheet monitoring	551213	Pneumatische Steuerungs- und Regeleinrichtungen / surface inspection
551205	Elektrische und Elektronische Steuerungs- und Regel- einrichtung (CNC) / Electric/electronic controlling devices (CNC)	551214	Prüfgeräte u. -systeme / Pneumatic controlling devices
551206	Feinmesszeuge / Precision measuring instruments	551215	Prüfmaschinen - zerstörungsfrei / testing/inspection equipment
551207	Hydraulische Steuerungs- und Regeleinrichtungen / Hydraulic controlling devices	551216	Schweißnahterkennung / Non-destructive materials testing machines
551209	Mechanische Steuerungs- und Regeleinrichtungen / marking/reading equipment, materials tracking	551217	Schweißnahtprüfgeräte / Weld seam detection
551210	Mess- und Prüfgeräte / Mechanical controlling devices	551218	Steuer- und Regelgeräte, allgemein / weld seam inspection
551211	Messen und Prüfen / Testing and measuring instruments	551219	Steuern, Regeln und Steuerungen / Other controlling/regulating
		551220	Werkstoffprüfgeräte / Controlling/regulating and control systems

#### 5513 - Datentechnologie / Data processing (hard-and software)

551301	Administration (einschl. Zeichnungs- und Lagerverwaltung, integrierte Betriebslösungen) / Administration (including design storage and warehouse control, integrated factory solutions)	551305	MDE/BDE Maschinen- und Betriebsdatenerfassung / Shop floor management
551302	Datenverarbeitung, allgemein / data processing, general	551306	Prozesskontrolle, Meßsysteme, Steuerungen / Process control, measuring and quantity systems
551303	Komplettlösungen für die Blech- und Profilmbearbeitung (CAD/CAM) / Integrated solutions for sheet metal and section working (CAD/CAM)	551307	Sonstige CAD/CAM/CIM-Anwendungen, CAD-Normalien / Other CAD/CAM/CIM applications
551304	Komplettlösungen für den Konstruktionsbereich (2-D/3-D) / integrated design solutions (2-D/3-D)	551308	Sonstige Fertigungsanwendungen / Other applications in manufacturing
		551309	Verfahrenssimulation / Process simulation
		551310	Verschachteln und Abwicklung / Interlacing and development

#### 5514 - Betriebseinrichtungen / Factory and warehouse equipment

551401	Behälter, Container u. Zubehör / container and accessories	551413	Gewindeschneidmaschinen / Tapping machines
551402	Behälter-Drehvorrichtungen / Turning rolls for containers	551414	Greifvorrichtungen / Gripping devices
551403	Behälter-Kipper / Container tippers	551415	Handwerkzeuge (auch elektrisch und pneumatisch) / Hand held tools (also electric and pneumatic)
551404	Beschriftungsmaschinen / Marking machines	551416	Hebebühnen / Lifting platforms
551405	Betriebs- und Lagerausrüstungen, allgemein / Factory and warehouse equipment general	551417	Hebezeuge (elektrisch, mechanisch) / hoists (electric, mechanical)
551406	Bohrmaschinen / Drilling machines	551418	Hilfs-, Betriebs-, Verbrauchsstoffe / Process/running materials, consumables
551407	Bürstmaschinen / Machine brushes	551419	Hitze-/Kälteschutz / heat/cold protection
551408	Bürstwerkzeuge / Brushing tools	551420	Hubstapler, Gabelstapler / Stacking trucks, fork lift trucks
551409	Container / Containers	551421	Kleinhebezeuge (elektrisch, mechanisch) / Small hoists (electric, mechanical)
551410	Entgratmaschinen und -anlagen / Deburring and edge chamfering machines	551422	Korrosionsschutz / Corrosion inhibitors
551411	Flachsleifmaschinen / surface grinding machines		
551412	Förderanlagen / Conveyors		

551423	Korrosionsschutzverpackungen / Anti corrosion packaging	551433	Vakuum- Lasthebe- und Transportgeräte / Vacuum lifting and transport appliances
551424	Krane, Wendetraversen / cranes, load turning devices	551434	Verpackungs- und Umreifungsmaschinen und -geräte / Packaging, strapping band machines and equipment
551425	Lagersysteme / Storage systems	551435	Waagen und Wiegeeinrichtungen / Balances and weighing apparatus
551426	Lasthebemagnete / Lifting magnets	551436	Werkstattausrüstungen und Werkstattausrüstungen / Workshop equipment and Workshop accessories and furnishings
551427	Magnetsysteme (Öast-/Transport-/Spreizmagnete / magnet systems (lifting, transportation, sheet seperaton etc.)	551437	Werkzeugschärf- und Schleifmaschinen / Tool and cutter grinding machines
551428	Maschinen, Geräte, Werkstattausrüstungen, allgemein / Machines, divides, general workshop equipment	551438	Zähleinrichtungen (elektronisch/mechanisch) / Counting devices electronic, mechanical
551429	Schweißnaht-Glättmaschinen / Welding joint smoothing machines	551439	Zeichenmaschinen und -geräte / Drawing machines and -systems
551430	Spreizmagnete / Sheet separators		
551431	Stapel- und Bündelanlagen für Rohre / Tube stacking and bunching devices		
551432	Transporteinrichtungen für Blech und Blechteile / Transportation equipment for sheet metal and sheet metal parts		

#### 5515 - Arbeitssicherheit und Umweltschutz / Safety at work/environment protection

551501	Abgasreinigung / Waste gas treatment	551508	Planung und Beratung / Planning and consultation services
551502	Absaug-/Filteranlagen und Kabinen / Extraction/filter devices/booths	551509	Recycling / Recycling
551503	Abwasserreinigung / Waste water treatment	551510	Umweltforschung und-beratung / Environmental research and consulting services
551504	Arbeits-/Körperschutz / Body protection	551511	Umwelttechnik / Environmental technology
551505	Kühl-/Schmiermittelrecycling / Coolant/lubricant recycling	551512	Unfallverhütung / Accident prevention systems/devices
551506	Lärm- und Schwingungsschutz / Noise- and vibration protection		
551507	Lufreinigung/Rauch- und Staubfilter / Air treatment/smoke and dust filters		

#### 5516 - Allgemeine Dienstleistungen / Services, information and communication

551601	Abnahme- und Prüfinstitutionen / Acceptance and inspection bodies	551609	Investitionsgüterfinanzierung/Leasing / Investment financing/leasing
551602	Aus- und Fortbildung von schweißtechnischem Personal / Education and training of welding personnel	551610	Laserschneiden und -schweißen im Lohn / Laser cutting and-welding in paid labour
551603	CAD und Stereolithographie im Lohn / CAD an stereolithography in paid labour	551611	Marketing- und Vertriebsgesellschaft / Marketing and sale company
551604	Fachberatung, Prüfung und Untersuchung (Technologietransfer) / Consultancy, testing and research (technology transfer)	551612	Maschinenwartung und -Überholung / Maintenance and refurbishment of machines
551605	Fachliteratur, Lehrfilme, Regelwerke / Technical literature, educational films, regulations	551613	Organisationen, Forschung, Informationsvermittlung, Literatur / Organizations, research, information, literature
551606	Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen / Research and development institutes	551614	Organisation, Forschung, Informationsvermittlung, Literatur allgemein / Organizations, research, information, literature, general
551607	Informationsvermittlungsstellen / Information centers	551615	Schweißerprüfung / Welder qualification
551608	Ingenieur- und Beratungsbüros / Engineering and consultancy offices	551616	Schweißtechnische Forschung und Lehre / Welding research and education
		551617	Technisch-wissenschaftliche Verbände / Scientific and technical associations

551618	Technisches Regelwerk, Normung (deutsche, europäische, ausländische und internationale Normen) / Technical regulations, standardization (German, European, for national standards)	551624	Lohnarbeiten allgemein (Drehen, Fräsen, Bohren, Stanzen, Erodieren, Honen, Schleifen) / Job Shops, general (turning, drilling, punching, eroding, honing, grinding)
551619	Überwachungsvereine / Inspection bodies	551625	Reparaturarbeiten allgemein / General repairs
551620	Verbände / Associations, institutions	551626	Technische Dienstleistungen / Technical services
551621	Verlage / Specialist publishing houses	551627	Systemdienstleistungen / Total solutions provider
551622	Wasserstrahlschneiden im Lohn / Water jet cutting in paid labour	551628	Wirtschaftsförderung / Business development
551623	Laserbeschriften im Lohn / Laser Wage Work		

#### 5517 - Elektrowerkzeuge / power tools

551701	Akkumaschinen / battery machine	551703	Maschinennahes Zubehör für Elektrowerkzeuge / machine-oriented accessory for power tools
551702	Elektrowerkzeuge netzbetrieben / power tools mains operated		

#### 5518 - Hybridtechnologie / Hybridtechnology

551801	Arbeits- und Umweltschutz / Occupational safety and environmental	551812	Montage- und Handhabungstechnik, Peripherie, Automatisierung / Assembly and handling technology, periphery, automation
551802	Halbzeuge, Materialien, Werkstoffe / Semi-finished goods, materials	551813	Oberflächentechnik, Veredelung / surface treatment, refinement
551803	Hilfs- und Betriebsstoffe / Process materials	551814	Prozess- und Qualitätskontrolle / Process and quality control
551804	Entwicklung und Konstruktion / Development and design	551815	Stanz-, Umform- und Biegetechniken / Stamping, shaping and bending techniques
551805	Fertigungslogistik / Production logistics	551816	Technische Kunststoffteile, Komponenten / Technical plastics/components
551806	Forschung & Dienstleistung / Research & Services	551817	Verbindungstechnik, Kontakttechnik / Interconnection technology
551807	Gebrauchte Maschinen, Systeme, Anlagen / Used machines, systems, plants	551818	Werkzeug- und Formenbau / Tooling and mold making
551808	Hybridteile / Hybrid components	551819	Werkzeuge / Tools
551809	Integrierte Verfahrenstechnologien für Metall/Kunststoff-Verarbeitung / Integrated technologies for processing metals/plastics	551820	Stanzteile, Komponenten / Stamped parts/components
551810	IT - Systeme/Software / IT systems/software		
551811	Modell- und Prototypenbau / Model making and prototyping		