

大阪大学でのモノシランガス爆発 【1991年10月2日、大阪大学基礎工学部】

中尾政之（東京大学大学院 工学系研究科 総合研究機構）

大阪大学基礎工学部において、学生がプラズマ CVD（化学気相成長法）装置で実験中、同装置にガスを供給するモノシラン容器内（図1）に爆発が生じ、学生2名が死亡、5名が軽症を負うという事故が発生した。逆止弁（図2）のOリングの劣化による逆流で、モノシランガスと亜酸化窒素の混合ガスが爆発した。この爆発で都市ガスおよび有機塩素系溶剤に引火し、火災が発生した。

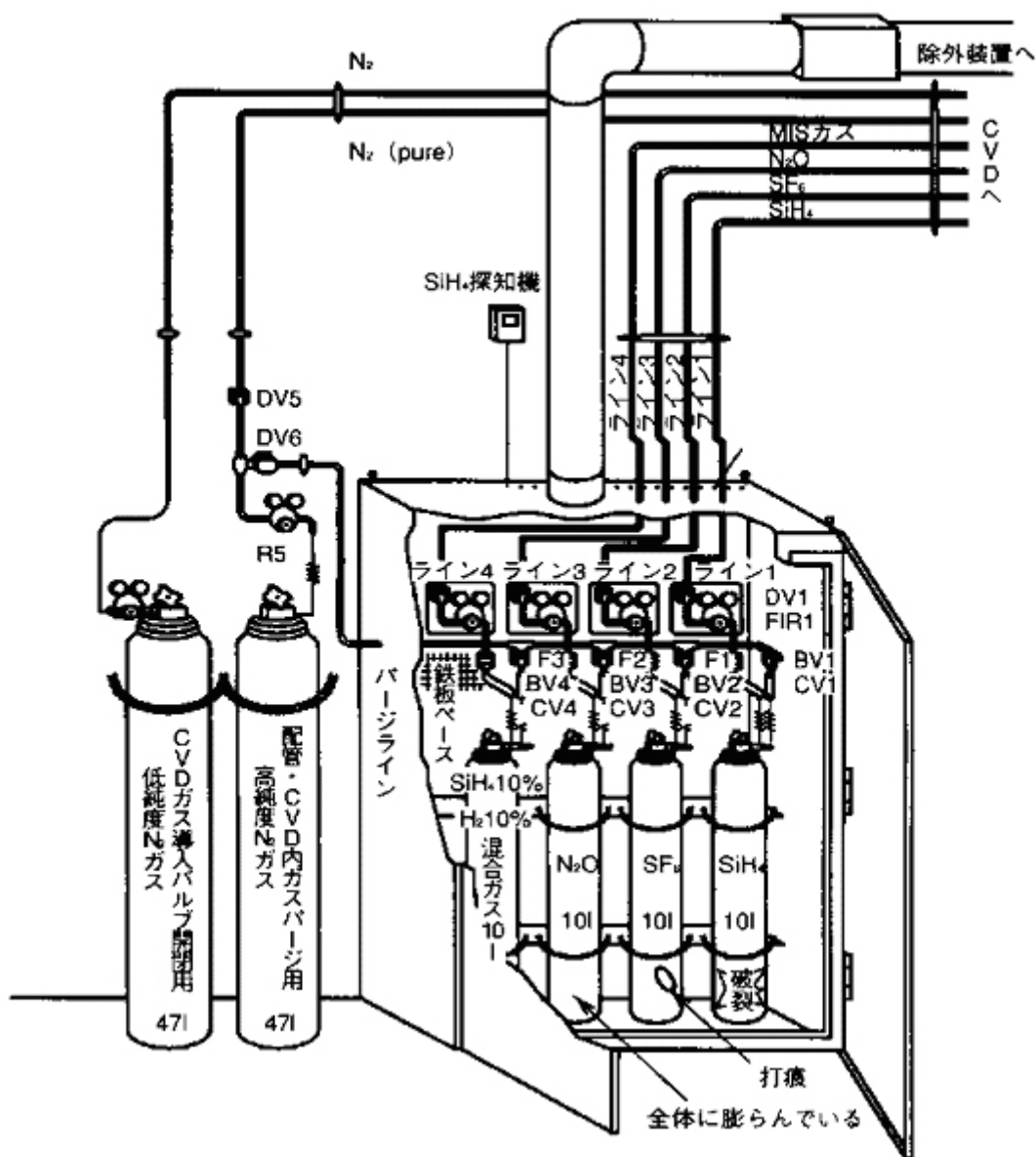


図1 容器周り配管概略（推定）図 [3]

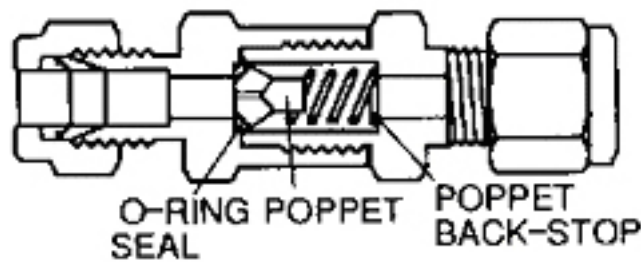


図2 逆止弁 [3]

1. 事象

大阪大学基礎工学部において、学生がプラズマ CVD 装置で実験中、同装置にガスを供給するモノシラン容器内で突然爆発が起こり、同容器が破裂して爆風および飛翔物によって、学生 2 名が死亡、5 名が軽症を負うという事故が発生した。

2. 経過

1991 年 10 月 2 日午後 4 時頃、大阪大学基礎工学部において、学生がプラズマ CVD 装置で実験中、学生がバルブ(図 1 の DV1)を何らかの意図で閉操作したところ、同装置にガスを供給するモノシラン容器内で突然爆発が起こり、同容器が破裂して爆風および飛翔物によって、実験装置から人間まで、すべてが壁にたたきつけられた。学生 2 名が死亡、5 名が軽症を負うという事故であった。また、この爆発で都市ガスおよび有機塩素系溶剤に引火し、火災が発生した。

3. 原因(図 3 のガス供給設備の配管系統図参照)

モノシラン容器内で爆発したものは、モノシラン (SiH_4) と亜酸化窒素 (N_2O) の混合ガスである。図 2 に示す逆止弁 CV3 内の O リングが亜酸化窒素によって劣化して、逆止機能が不能になったため、亜酸化窒素が図 3 の逆止弁 (CV3) を逆流して、各ガス共通のパージライン (使用最後に窒素などの安定ガスを流して、配管内に有毒ガスや可燃性ガスを残しておかないための配管) を経由して、モノシラン容器に流入した。学生が何らかの意図で行なったバルブ DV1 (図 3) の閉操作によって、パージラインの混合ガスが圧縮されて発熱・着火し、火炎が配管を経て容器内に逆流し、一気に容器内で爆発したと思われる。爆発時の圧力は $2,000 \sim 3,000 \text{ kgf/cm}^2$ と推定され、容器の熱溶断の安全弁が作動する前に、爆発してしまった。

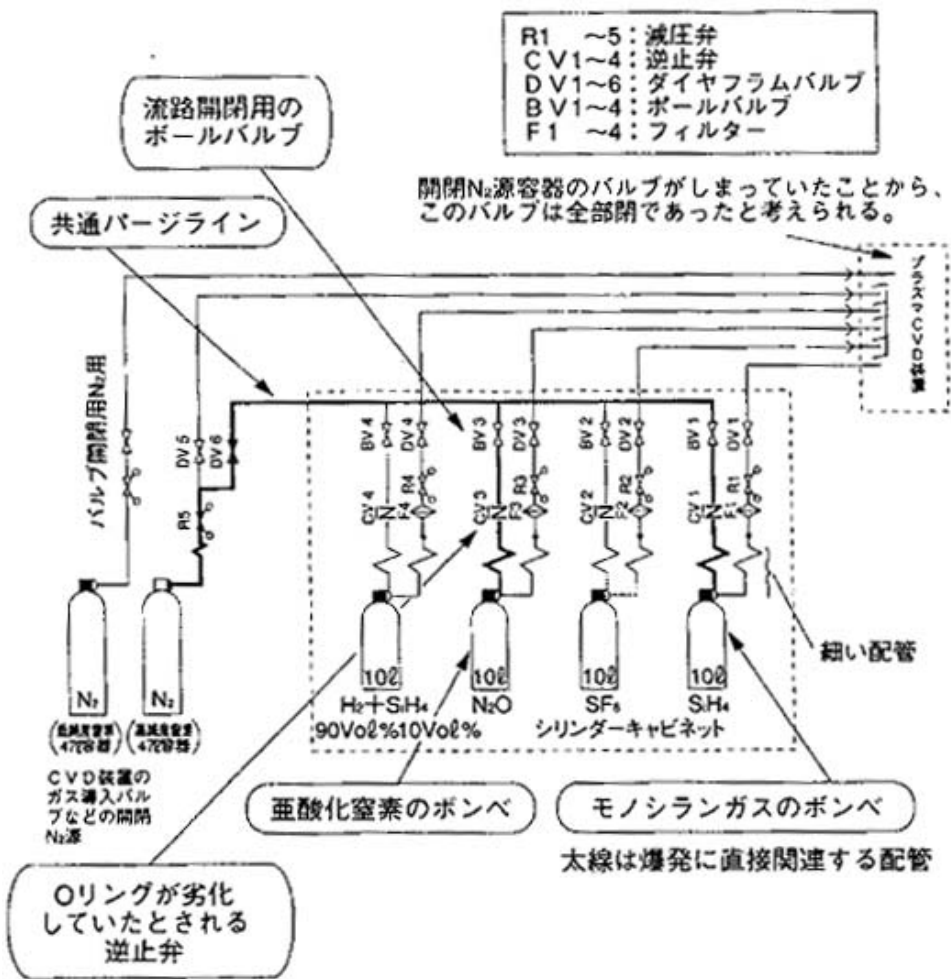


図 3 ガス供給設備の配管系統図 [2]

4. 対処

事故発生 2 ヶ月後、高圧ガス取扱法が改正され、モノシランガスなどの特殊高圧ガスの消費者は、その量にかかわらず、都道府県に届出の義務を課せられた。各大学で自主的に特殊ガスの検査が始まった。

5. 対策

- (1) 亜酸化窒素による O リング劣化を防止するために、逆止弁 (CV3) とボールバルブ (BV3) の位置を変更した。逆止弁がガスポンベに近い場合、亜酸化窒素の圧力 (50 気圧) が窒素の圧力 (数気圧) より高いので、O リングは常に亜酸化窒素に曝されてしまい、劣化を助長する。金属接点を持ち、劣化の恐れのないボールバルブをガスポンベに近接させて配置する。
- (2) パージラインの独立化。パージラインの共通化は、作業性容易化、装置コストの低減になるが、本例のように、危険な混合ガスの生成の原因となることもある。

6. 総括

逆止弁の O リングが劣化したため、亜酸化窒素が逆流し、パージラインを通してシラン

ガスに混入し爆発した。このような大事故が発生する危険性を有するシステムを設計する時は、逆止弁のような安全装置が確実に作動するか、劣化することがないかなどを、十分に確認することが必要である。さらに、安全装置が誤作動しても、パージラインを別系統にしておくような絶対的な安全設計が不可欠である。当時、この事故は大学のずさんな管理が主因と産業界ではうわさされたが、産業界でも、共通パージラインを有するシステムが存在したようである。

7. 知識化

- (1) モノシランガスは危険である。濃度が 1%以上になると爆発する可能性を持つだけでなく、亜酸化窒素と混合すると、常温では爆発しないが何かの引火でこのような大爆発を引き起こす。
- (2) 材料の劣化が大きな事故につながる。劣化し難いか、または仮に劣化しても、安全が確保できるシステムとすべきである。
- (3) 共通パージラインのように、作業性の向上や装置コスト削減を図ったつもりが、安全性の低下を招く場合がある。
- (4) 致命的な事故発生の可能性がある場合は、絶対的な安全設計が不可欠である。図 1 はもともと危険であり、たとえば、実験している最中に、地震が起こって配管が弛んでガスが混合すると、摩擦火花などで本例のように、容易に爆発してしまう。
- (5) ガス漏洩検知器は、万能ではない。ガス漏洩検知器(図 1 中央)を設置しているから安全とっていたふしがある。

8. 背景

1983 年 3 月に施行された、通商産業省(現在の経済産業省)の「テクノポリス構想」(高度技術工業集積地域開発促進法:先端技術産業の地方への導入・育成を目的に、学術研究機能、住機能を有機的に結合した新しい産業都市づくり構想)を契機に、半導体技術・メカトロニクスを中心に急激な外国からの技術導入が図られた。半導体技術関係にはさまざまな化学物質を使うが、半導体製造に使用するシランガスはその代表的なものである。この自然発火性のシランガス事故として、1983 年 10 月の宮崎県清武町の半導体工場での漏洩シランによる火災事故、1989 年 12 月の東京小平市の工場半導体試作室でのモノシランガスの爆発、1990 年 3 月群馬県高崎市の宮崎沖電気の半導体工場でのモノシラン火災事故、同年 6 月新潟県青梅町のシラン製造工場でのモノシラン漏洩火災事故などが、相次いで発生していた。

9. 四方山話

憲法第 23 条「学問の自由は、これを保護する。」この 23 条は学問の自由のみならず、大学の自治も保障しているとの見方がある。しかし、大学の実験室といっても治外法権の場ではないことを十分理解し、特に安全性については万全の対応をすべきである。

<引用文献>

- [1] 北海道大学情報基盤センター：化学物質による汚染問題
<http://www.hucc.hokudai.ac.jp/>
- [2] 畑村洋太郎、小野耕三、中尾政之著：機械創造学、丸善
- [3] 畑村洋太郎編著 実際の設計研究会著：続々・実際の設計 日刊工業新聞社
- [4] 大阪大学モノシランガス爆発事故調査委員会中間報告書：高圧ガス vol.29
No.251(1992)